Nº 1 15 JANVIER 1929

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — DIRECTEUR : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923)

DIRECTEUR : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire Naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. CH. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Sciences naturelles.

Quelques tendances actuelles de la méthode naturelle en Botanique.

Sans vouloir embrasser ici la question de l'origine des Angiospermes, qui a fait cependant l'objet de récentes et importantes découvertes, nous voudrions dire quelques mots concernant les vues les plus récentes sur l'évolution des plantes à fleurs, à pétales et sans pétales; elles servent de bases aux classifications nouvelles essentiellement fondées sur la théorie de l'évolution, tandis que les classifications classiques, par exemple celles de de Candolle ou de Bentham s'appuyaient sur le vieux dogme de la fixité.

On sait qu'Engler (après Eichler) supprime les Apétales, en tant que groupe spécial, pour les incorporer avec les Dialypétales dans un groupe des Archichlamydées qu'il oppose aux Métachlamydées dont les pétales sont soudés. Cependant, dans l'énumération des familles d'Archichlamydées placées dans l'ordre ascendant, toutes les Apétales précèdent les Dialypétales. Engler les considère, en effet, comme un type primitif : les premières fleurs étaient apétales, soit nues, soit sépaloïdiennes; des sépales ont pu acquérir postérieurement une coloration plus ou moins vive : ce sont les apétales pétaloïdiennes (telles que certaines Polygonacées existant de nos jours nous en offrent le type, soit, par exemple, *Polygonum bistorta*); enfin, un verticille de pièces placées à l'intérieur des sépales s'est distingué par sa couleur et a constitué la corolle formée de pétales séparés; les dialypétales des auteurs se sont ainsi constitués. Par conséquent, apétales et dialypétales font partie d'un même phylum (Archichlamydées), il n'y a plus lieu de les disjoindre. Quant aux Métachlamydées, elles constituent une souche tout à fait différente de la précédente dans la classification d'Engler.

L'autorité du grand nom d'Engler a fait accepter ses idées d'un grand nombre de botanistes étrangers; cependant, quelques opposants ont professé une théorie en quelque sorte contraire, comme nous allons le voir, laquelle — plus fortement étayée, — semble l'emporter aujourd'hui.

Le point de départ de cette nouvelle théorie est la primitivité de la fleur dialypétale dont le type apétale serait dérivé par réduction.

Cette opinion est déjà émise en 1904 par Robertson, en 1905 par Hallier, en 1911 par Lotsy en rendant compte des travaux des deux précédents auteurs dans *Botanische Stammesgeschichte* (tome III); enfin, Hutchinson, de Kew (1926), part des mêmes bases pour établir sa classification des Dicotylédones [1].

Pour ces botanistes, la fleur primitive était donc non apétale, mais dialypétale, spiralée et polycarpique, suivant un type réalisé d'ailleurs à l'époque crétacée où l'on a découvert les premières fleurs. Ce type a donné naissance par régression à des fleurs apétales (sépaloïdiennes, pétaloïdiennes ou nues), tandis que d'autres se perfectionnaient par rupture de la spire (fleurs cycliques), par soudure des pétales (Métachlamydées d'Engler ou Sympétalées d'Eicher ou

1. J. HUTCHINSON. *The families of flowering plants*, Macmillan and Cº, London, 1926, in-8º, p. 264, fig.

Gamopétales, qui ne feraient donc pas partie d'un phylum spécial).

Cette hypothèse est étayée sur les documents paléontologiques, et paraît plus logique que la précédente. Pourquoi ne pas admettre que le phénomène que l'on peut appeler force évolutive, faute de savoir mieux, qui a été capable de provoquer la transformation foliaire en carpelles et feuilles staminales n'ait pas pu engendrer du même coup la transformation beaucoup plus simple des feuilles en pétales et en sépales?

C'est encore aux dépens de cette fleur spiralée, dialysépale et polycarpique primitive (du type des Ranales actuelles), que se seraient différenciées de très bonne heure les Monocotylédones, d'abord du type des Alismacées (spiralées et polycarpiques) puis, bientôt, des autres types Monocotylédones connus. On voit apparaître, en effet, presque simultanément dans le Crétacé inférieur du Groenland, notamment, les Dicotylédones et les Monocotylédones représentées dans des proportions très voisines des proportions existant dans la flore actuelle. Parmi ces Monocotylédones, les Palmiers occupent déjà, comme aujourd'hui, une place prépondérante.

Un autre argument contre l'hypothèse d'Engler de la primitivité des Apétales, c'est que la plupart présentent un ovaire syncarpique et qu'il faudrait admettre que l'ovaire syncarpique ait pu précéder l'ovaire apocarpique, tandis qu'il est admis très généralement que le groupe le plus élevé est celui des gamopétales où l'ovaire est toujours syncarpique.

Autre argument encore : la régression invoquée des pétales dans la deuxième hypothèse est un fait que l'on observe assez fréquemment même aujourd'hui chez certains représentants de familles de dialypétales : Alchemilles et Sanguisorbes chez les Rosacées, Frêne élevé chez les Oléacées, beaucoup d'Euphorbiacées, famille que l'on range cependant maintenant parmi les Dialypétales, etc...

En somme, dans les classifications du type de celle d'Hutchinson, les plantes à fleurs avec pétales et sépales sont considérées comme plus anciennes phylogénétiquement que les plantes sans sépales et pétales. Ceci semble une interprétation logique de la théorie d'après laquelle les parties d'une fleur angiosperme sont des feuilles modifiées.

Les parties libres sont considérées comme primitives et celles qui sont connées (soudées) comme plus récentes.

L'arrangement spiralé des pièces est plus primitif que la disposition cyclique.

Les fleurs hermaphrodites ont précédé les fleurs unisexuées. Les Monochlamydées, autrement dit Apétales, sont distribuées parmi les Polypétales (Dialypétales) comme formes régressées et sont regardées comme plus récentes.

Les Monocotylédones sont placées après les Dicotylédones dont elles sont dérivées à un stade déjà ancien, le point d'origine étant les Ranales et, peut-être, d'autres groupes.

Les récents travaux sur les plantes fossiles apportent un fort appui à ces théories.

Ajoutons, enfin, que nous trouvons dans la nouvelle classification d'Hutchinson une particularité tout à fait curieuse : il adopte la division, si honnie, en arbres et herbes qui régna de toute antiquité jusqu'à Tournefort. Mais, bien entendu, cette distinction n'est plus basée sur l'empirisme pur, mais sur l'hypothèse de l'existence de deux phylums : d'une part, les végétaux à port arborescent, type Magnoliales, ont donné des polypétales; d'autre part, des végétaux herbacés, type Ranales, ont engendré des polypétales. Ces deux rameaux ont évolué séparément, donnant aussi par régression des fleurs apétales mais, très souvent, se sont produites des convergences telles que l'on trouve, par exemple, d'un côté des Urticacées arborescentes et de l'autre des Urticacées herbacées.

Telle est la pensée que rend concrète un tableau schématique et synoptique du livre d'Hutchinson, qui traduit mieux que nous n'avons pu le faire en si peu de mots la classification de l'auteur. Il resterait à traiter de l'origine de ces Angiospermes d'après les documents paléontologiques récents qui sont venus apporter quelque clarté sur un sujet de la Botanique, difficile entre tous.

J. Beauverie,
Professeur à la Faculté des Sciences
de Lyon.

§ 2. — Art de l'Ingénieur.

Les grands barrages de réservoirs.

Le développement croissant des besoins en énergie électrique a conduit à l'équipement d'un grand nombre de chutes hydrauliques. Les barrages en sont l'élément le plus important, et le plus coûteux et la sécurité qu'ils présentent est d'intérêt public.

En France, l'Administration à ce dernier point de vue, a temporairement au moins, résolu le problème par sa circulaire du 19 octobre 1923. Les ingénieurs restent d'autant plus attachés à la solution officielle, que son adoption diminue considérablement leur responsabilité. C'est dire que ce sont les barrages « administratifs », c'est-à-dire les barrages poids, qui sont surtout édifiés chez nous.

Mais les accidents récents de barrages poids qui se sont produits en Italie, en Amérique et en France, où depuis la rupture de la digue de Bouzey, le 27 avril 1895, on a enregistré pour la deuxième fois, celle de l'Habra le 16 décembre 1881, près de Perrégaux, et de nouveau pour la troisième fois, le 26 novembre 1927, ont vivement ému l'opinion, agité des intérêts puissants, et donné lieu à des polémiques.

C'est ainsi que la *Journée industrielle*, dans son numéro du 21 février dernier, rendant compte sous le titre « Une Menace pour la Sécurité publique » de la communication que venait de faire M. A. Mesnager à l'Académie des Sciences, sur les causes de la rupture du barrage de Perrégaux, devait insérer dès le 25 du même mois, une lettre de M. Gustave Mercier, administrateur-délégué de l' « Union Hydro-

Electrique », président du « Comité Français des Grands Barrages » disant notamment que : « Au « moment où l'industrie française va procéder, en « ayant recours aux prestations nature, à l'équipe- « ment d'un grand nombre de chutes, laisser suppo- « ser que ces constructions (les barrages) sont, en « raison de l'insuffisance, tant de leur déversoir « que de leurs dimensions, dans des conditions « qui ne donnent pas toutes garanties au point de « vue sécurité, est une affirmation contre laquelle « il convient de s'élever, car elle risque en effet, « d'inquiéter sans raison les riverains d'aval des « cours d'eau sur lesquels existent des barrages ; elle « risque également d'entraver la construction de ceux « dont les travaux sont en cours, ou doivent être « entrepris ».

Et voilà donc la question de la stabilité des grands barrages en maçonnerie, mise à l'ordre du jour. Il est, par suite, intéressant d'exposer ce qui a été dit sur le sujet. Cependant l'opinion qu'il est possible de se faire ne peut résulter que d'une étude personnelle de la question, trop d'intérêts divers tendent à justifier des conclusions qui ne s'imposent ni par le raisonnement, le calcul ou l'expérience.

La discussion a été ouverte par une communication de M. Baticle à la séance de l'Académie des Sciences, du 27 février 1928, concernant la théorie de l'équilibre des massifs pesants soumis à des sous-pressions et son application à la stabilité des barrages et des talus.

M. Baticle démontrait, dans le cas d'un barrage triangulaire dont le parement amont vertical est soumis à la pression hydrostatique à partir du sommet : 1° que pour une sous-pression constante dans chaque section horizontale on trouve le profil de Maurice Lévy ; 2° que pour une sous-pression triangulaire, c'est-à-dire décroissant dans chaque section horizontale jusqu'à zéro du parement amont au parement aval on arrive à une épaisseur à la base qui est celle du profil de Maurice Lévy, multipliée par $\sqrt{2}$.

Ces résultats montrent la grande importance des sous-pressions dans le cas des sous-pressions triangulaires qui se présentent quand les suintements apparaissent sur la face du parement aval.

Dans ce cas, l'épaisseur nécessaire pour qu'il n'y ait pas d'effort d'extension doit être multipliée par rapport à l'épaisseur correspondant à une sous-pression constante par le facteur $\sqrt{1+\nu}$, ν étant l'augmentation de la sous-pression par mètre linéaire suivant la verticale. Mais si le parement aval est étanche, on retombe sur la condition classique de Lévy.

Cette communication de M. Baticle a été suivie d'observations de M. A. Mesnager qui la présentait. La rupture du barrage de Perrégaux ou de l'Habra sur l'Oued Fergoug, en Algérie, survenue le 26 novembre 1927, dit M. A. Mesnager, a mis à nouveau en évidence les dangers que présentent les barrages poids ou à gravité. D'après les renseignements recueillis, l'eau se serait élevée seulement de 18 % de la hauteur au-dessus du sommet du triangle formé par les plans limitant la maçonnerie, et de 6 % de cette hauteur au-dessus d'un niveau prévu pour les crues.

1° Des études d'ensemble sur les crues des rivières montrent que beaucoup de déversoirs exécutés et en construction sont insuffisants et doivent être augmentés si on a souci de la sécurité publique.

Un travail publié en 1914 par l'ingénieur américain Fuller d'après les crues observées sur un grand nombre de rivières depuis 100 ans, permet de prévoir pour un bassin versant de :

10 km²	un débit de	60 m³,	soit	6 m³/s.-km².	
100	—	—	300	—	—	3	—
1.000	—	—	1.500	—	—	1,5	—
10.000	—	—	7.500	—	—	0,75	—

On a constaté davantage sur plusieurs points en France, néanmoins ces chiffres indiquent de nombreuses insuffisances.

2° Le coefficient de sécurité de nombreux barrages poids est bien faible, le calcul de M. Baticle sur les sous-pressions donne l'explication plausible du désaccord apparent entre la théorie et l'expérience. Il conduit à augmenter les épaisseurs de ces ouvrages dont le cube est déjà excessif, si on le compare à celui des barrages en voûtes plus économiques et plus sûrs.

A la séance suivante à l'Académie du 5 mars, M. J. Mesnager revenait sur la question, et rappelait que pour un barrage en maçonnerie, il était nécessaire pour amener la contrainte maxima à la valeur prévue, soit de multiplier l'épaisseur par $\sqrt{2}$ soit de rendre rigoureusement étanche le parement aval, et ajoute qu'il est une autre conséquence des sous-pressions qui peut être beaucoup plus dangereuse encore que la majoration des contraintes.

Supposons, en effet, dit-il, qu'une fente ou surface de séparation horizontale ou inclinée vers l'aval existe à travers le barrage. La partie supérieure de l'ouvrage ne sera retenue que par le frottement sur la partie inférieure. Or, ce frottement est sensiblement annulé par les sous-pressions, car la partie supérieure du barrage flotte presque. En effet, la densité de la maçonnerie ou du béton est de l'ordre de 2,2, mais par suite de la forme triangulaire le volume de l'ouvrage n'est que la moitié de celui qu'aurait le prisme d'eau dont le poids représente la valeur de la sous-pression. Tout se passe donc comme si le barrage avait une densité de 1,1. Son poids apparent est, par suite le vingtième de son poids réel ; en conséquence, le frottement correspondant est négligeable vis-à-vis de la poussée des eaux.

L'existence de telles fissures est rendue probable : par l'édification des ouvrages par tranches horizontales successives qui produit des plans horizontaux de discontinuité dans la masse ; par la présence d'efforts d'extension sur le parement amont lorsque la condition de Maurice Lévy n'est pas remplie ; par les phénomènes de dilatation et de raccourcissement sous l'action des variations de température et du

retrait du béton, qui amènent chacun des tronçons compris entre les joints de dilatation à glisser partiellement sur le sol de fondation; par la discontinuité brusque de nature des matériaux et de la répartition des efforts au niveau de la fondation spécialement favorable à l'établissement d'une sous-pression à son niveau.

Il n'est d'ailleurs pas nécessaire que la fissure existe sur toute la longueur de l'ouvrage; car dès qu'elle sera amorcée, le taux de la contrainte de cisaillement croîtra notablement dans la partie intacte.

Une conséquence de cette possibilité de ruine de l'ouvrage est qu'il serait particulièrement dangereux d'essayer de limiter l'augmentation des contraintes indiquées par M. Baticle en rendant rigoureusement étanche le parement aval, car on doublerait les chances de rupture par glissement. Il ne faut donc retenir de la communication de M. Baticle que le procédé qui consiste à multiplier par $\sqrt{2}$ l'épaisseur de l'ouvrage.

Cette communication est suivie de l'observation ci-après de M. A. Mesnager.

Il est étrange de constater que la plupart des ingénieurs en France persistent à ne vouloir construire que des barrages poids, beaucoup plus coûteux et plus dangereux que les barrages-voûtes.

Le danger des sous-pressions, surtout en cas de crues avec des eaux limoneuses de densité supérieure à 1, est très grand ainsi que le montre la note qui précède, surtout quand la construction est faite par assises horizontales, avec seulement quelques moellons pénétrant d'un lit dans l'autre, ou avec du béton coulé liquide, par assises horizontales par conséquent.

A la séance du 26 mars 1928, M. A. Mesnager précisait sa façon de voir à l'occasion toujours de la communication de M. Baticle qui avait développé l'application de l'élasticité aux barrages à gravité soumis à des sous-pressions qu'il avait introduites, en admettant qu'elles constituent un champ de forces extérieures. Il justifiait cette hypothèse en supposant le barrage constitué par une masse poreuse (mortier maigre) et disait :

1° Si l'eau filtre à travers, les vides forment des canaux ininterrompus de l'amont à l'aval, la perte de charge, par suite de la petitesse de la section, est assez élevée, et la pression varie suivant une loi que l'on peut admettre linéaire : en moyenne de la pression hydrostatique p à 0.

2° Si l'eau ne filtre pas à travers l'ouvrage, les cavités en communication avec l'amont sont obstruées à une distance variable du parement amont.

La somme des poussées appliquées aux éléments situés sur une horizontale est $-p$ dans le premier cas; dans le second, c'est la pression supplémentaire qu'exercerait l'eau sur le parement amont si celui-ci était étanche. C'est donc l'expression de la pression qui a été transportée du parement amont dans l'intérieur du barrage, où elle a été répartie par le mécanisme des sous-pressions. Mais il faut diminuer d'autant la force exercée sur le parement amont, car il s'agit d'une seule et même force extérieure qui ne peut être comptée deux fois.

Dans l'hypothèse du barrage poreux, l'auteur trouve qu'il y a lieu de modifier le calcul de M. Baticle et montre : que les contraintes ne dépendent plus que de la seule distance du parement amont à laquelle elles sont proportionnelles; que les directions principales sont, en tout point, l'une parallèle et l'autre perpendiculaire au parement aval; que les tensions principales perpendiculaires au parement aval du barrage sont toutes nulles; que le cisaillement est donc maximum sur des plans inclinés à 45° sur le parement aval, c'est-à-dire voisins de l'horizontale.

Ces résultats assez remarquables montrent que la répartition des tensions est profondément modifiée par la sous-pression intégrale. Par contre, s'il n'y a pas d'extension sur le parement amont, on retombe sur la condition classique de Lévy.

A la même séance, M. Baticle, à la suite de remarques que lui avaient faites MM. Pigeaud et A. Mesnager, a rectifié son calcul précédent dans lequel les conditions aux limites étaient incorrectes, et il trouve alors que la condition de non-extension sur le parement amont est comme dans la théorie classique.

Ces communications répétées à l'Académie des Sciences, sont bien l'indice des préoccupations auxquelles donnent lieu, en ce moment, les barrages.

Ces préoccupations, d'ailleurs, on les retrouve dans toute une série de six articles publiés dans le *Génie Civil* du 10 mars au 5 mai derniers. Dans le numéro du 17 mars, l'étude, concernant la rupture du barrage de l'Habra, souligne qu'en France les travaux de Fuller semblent être passés inaperçus, tout au moins jusqu'à ce que MM. Mesnager et Veyrier aient attiré l'attention sur les enseignements qu'on en pouvait tirer.

Il ne serait guère possible de déterminer avec certitude les dimensions d'un déversoir garantissant contre la submersion la crête du corps d'un barrage et il y a intérêt à pouvoir évacuer en tout temps les crues par-dessus cette crête. De cette façon, le parement aval ne se trouve pas soumis à un effort auquel il n'est pas préparé. La charge statique augmente au delà du maximum prévu si la crue n'a pas été appréciée comme elle devait l'être; mais alors c'est au coefficient de sécurité de jouer, et s'il a été déterminé assez largement, l'ouvrage n'est pas en péril.

Toutefois cette solution n'est pas applicable aux barrages de grande hauteur, car on n'a pas encore osé faire ruisseler des masses d'eau de plusieurs milliers de mètres cubes sur des parements inclinés à 45° environ de 50 mètres et plus de hauteur.

Après les barrages-voûtes dont le coefficient de sécurité est très élevé, la chute libre peut évidemment être envisagée; mais pour les grandes hauteurs, on peut craindre que la masse liquide, en s'infléchissant sous l'action de grands vents soit ramenée au contact de l'intrados de la voûte, et y produise

des érosions dangereuses. Il paraît bon de se limiter pour le déversement des lames liquides, aux dimensions sanctionnées par la pratique, soit une vingtaine de mètres de chute libre. Cette considération de la sécurité que donne la limitation des hauteurs de chute des lames déversantes, a conduit MM. Mesnager et Veyrier à préconiser le fractionnement des murs des barrages, et la constitution de ceux-ci par un ensemble de voûtes à peu près concentriques en plan.

L'idée du barrage fractionné en plusieurs murs successifs de hauteurs décroissantes, chacun d'eux déterminant un petit bassin de retenue dans lequel peuvent tomber sans dommage les eaux des crues passant par-dessus la crête du mur qui le précède en amont, fut mise en avant dès 1894 par l'inspecteur Boule, et également signalé au Congrès de Navigation du Caire, en 1926, par l'ingénieur en chef Degove.

Avec le barrage à masque unique, l'ouvrage supporte une charge statique qui s'accroît avec la hauteur de crue. Avec le barrage fractionné, il n'en est pas de même; dans celui-ci les différences de niveau entre les biefs vont en diminuant; la crue passée, si le niveau dans le réservoir s'abaisse au-dessous de la retenue normale, les niveaux des biefs intermédiaires restant constants, la charge sur la paroi amont diminue.

On peut donc dire que pour le barrage fractionné, les conditions qui soumettent les éléments du barrage aux charges statiques maxima coïncident avec la retenue normale, et qu'une crue soulage d'autant plus les diverses parties du barrage que la crue est plus forte. Cela suppose que les deux parements de chaque paroi sont parallèles ce qui exclut la possibilité de constituer chaque paroi suivant le type à gravité.

On est donc conduit naturellement à constituer chacune des parois par une voûte ou série de voûtes d'épaisseur uniforme suivant leurs directrices ou leurs génératrices.

On a jusqu'ici hésité à développer en France, l'usage des voûtes dans la construction des barrages. Pourtant, M. Caquot a fait une intéressante application de ce système au barrage de la Sélune, dans le département de la Manche.

Dans le numéro du 31 mars du *Génie Civil*, M. Pigeaud produit des observations sur les notes précédentes de M. Baticle, et dont voici la conclusion : on peut, dit-il, continuer à avoir toute confiance dans la règle de Maurice Lévy, que celui-ci avait d'ailleurs posée à l'occasion d'un tout autre problème que celui des sous-pressions diffusées dans la masse. Cette règle va même nettement au delà des besoins stricts de la stabilité dans tous les cas de la pratique; d'un autre côté la considération des sous-pressions examinées par M. Baticle et antérieurement à lui par M. Rabut, montre que leur effet est de diminuer un peu les compressions au voisinage du parement amont. Pour établir la condition de stricte nullité des tensions sur ce parement, on doit apporter une correction qui n'est pas très considérable, et qui conduirait en pratique à être simplement prudent dans l'appréciation du poids du mètre cube de maçonnerie; d'ailleurs la condition de stricte nullité des tensions sur le parement amont n'est jamais appliquée en fait sans qu'on se donne vis-à-vis d'elle une large marge de sécurité; suivant les circonstances on se rapproche plus ou moins de la condition de Maurice Lévy.

Il semble que ces conclusions de M. Pigeaud sont corroborées par celles de la commission chargée d'établir un rapport sur la rupture du barrage de San-Francisco, survenue dans la nuit du 12 au 13 mars dernier. Le rapport se termine en effet par les conclusions dont voici l'essentiel :

1° La rupture du barrage de San-Francisco est due à des fondations défectueuses.

2° Rien dans la rupture n'indique que la théorie classique du barrage poids est erronée, ou qu'il y ait aucun doute sur la sécurité des barrages en béton, construits suivant cette théorie, quand ils sont établis dans un terrain, même de résistance ordinaire.

Enfin, M. Campus dans son étude sur l'effet de courbure des barrages poids du *Génie Civil* du 5 mai dernier, signale que les inquiétudes suscitées par M. Baticle seraient salutaires si elles pouvaient remettre en vigueur la condition de M. Lévy que la circulaire du 19 octobre 1923 n'impose pas. Les prescriptions italiennes, elles, l'exigent dans certains cas, et le professeur de Liège est tout entier en faveur de son application, mais il lui paraît qu'il n'est pas opportun de l'aggraver. Il ne compte non plus sur aucun supplément de sécurité provenant de la courbure des barrages poids tant que l'on est en période élastique et ne pense pas que l'on veuille invoquer l'effet voûte après la réalisation de déformations plus considérables : la sécurité ne peut provenir que de l'effet poids.

Le grand nombre et l'ancienneté des barrages poids par rapport aux barrages voûtes, ne permettent pas de s'appuyer sur les accidents des premiers pour justifier la préférence à donner aaux seconds.

Comme M. Mesnager cependant, nous pensons que les barages voûtes débarrassent de la question si préoccupante des sous-pressions, et que le fractionnement des barrages écarte à son tour, les inquiétudes que peuvent faire naître l'existence des crues.

Toutefois, le débat reste encore ouvert que seul pourront clore de décisives expériences.

L. P.

§ 3. — Agriculture.

L'électroculture et les expériences et travaux faits dans ce domaine. Conclusions à en tirer.

Il est reconnu depuis longtemps que la cellule vivante des plantes est sensible au courant comme à l'effluve électrique. Ce qui, depuis les origines de la science électrique, préoccupe les chercheurs, c'est l'action utile que l'électricité sous ses différentes

formes peut exercer sur la germination et sur la végétation. Cette question a été l'objet de recherches des abbés Nollet et Bertholon, de Duhamel, de Monceau, de Boussingault et de Berthelot et, récemment, de M. Heine, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et de M. Audubert, professeur à la Sorbonne. En Angleterre, des expériences récentes ont été faites dans ce but par l'*Electro-culture Committee*.

Il y a lieu d'abord de distinguer l'action de l'électricité sur le milieu et l'action sur le végétal lui-même. L'électricité atmosphérique agit sur le milieu en favorisant la synthèse ammoniacale dans l'atmosphère et la nitrification dans le sol cultivé. Ces phénomènes sont purement chimiques, mais il ne semble pas téméraire de penser que l'électricité atmosphérique exerce aussi son action sur les divers micro-organismes du sol, qui contribuent à la fertilité de ce dernier. Sur les végétaux eux-mêmes, l'électricité exerce une action, qui peut être attribuée à la fois à la sensibilité spéciale de la matière vivante au courant électrique et à certains phénomènes physiques et chimiques, provoqués ou intensifiés par l'électricité (électrolyse du contenu cellulaire, intensification de l'ascension capillaire dans les tissus, etc., etc.). Il y a peut-être lieu de penser aussi qu'en certaines circonstances, l'électricité agit sur les diastases, dont le rôle est considérable à certaines époques de l'évolution des plantes, la germination, par exemple, et qu'elle intervient aussi parfois comme catalyseur.

MM. Herm et Audubert, étudiant l'influence de l'effluvation à haute tension sur la germination, sont arrivés aux résultats suivants :

1° En ce qui concerne l'action sur les graines en vie latente, et en faisant varier le temps d'exposition de 30 minutes à 6 heures et les intensités de décharge dans des limites très larges, ils n'ont observé aucune modification sensible de l'intensité thermogénétique de la germination : il n'y a aucune différence avec les graines non effluvées.

2° Considérons maintenant les graines en germination. Alors que le pouvoir germinatif d'une graine n'est nullement modifié par l'action de la décharge électrique s'exerçant pendant la période de vie latente, qui précède la germination, il a été constaté qu'en revanche, l'effluve électrique influe nettement sur la thermogénèse de la graine germante. Une effluvation faible accroît la thermogénèse et, dans le cas d'une effluvation croissant d'intensité, la thermogénèse passe par un optimum, à mesure que l'intensité d'effluvation va en croissant.

Il ne semble pas toutefois aux expérimentateurs, au point de vue cultural, que les effets observés dans le sens d'une accélération de la germination soient pratiquement utilisables en culture, ces effets étant assez faibles et diffusant assez rapidement avec le temps.

En ce qui concerne l'action sur la végétation, il résulte des expériences faites que l'électricité atmosphérique jouerait un rôle utile dans la production végétale, mais il s'agit de prouver que les divers dispositifs imaginés pour capter et utiliser cette électricité sont efficaces et d'ordre économiquement pratique. Or, jusqu'ici, il n'a rien été fait de bien positif, et les appareils proposés dans ce but n'ont eu aucun succès, même parmi les agronomes et les praticiens avides de succès.

De nombreux essais ont été faits avec les différentes formes d'électricité, savoir : courant à basse tension continu ou alternatif, courant à haute tension, sous forme de décharge silencieuse à travers l'atmosphère, courant à haute fréquence. Les essais ont été faits, avec toute la rigueur scientifique nécessaire par des savants membres de la *Commission d'électro-culture* et du *Comité technique de biologie de l'Office national des recherches scientifiques et industrielles*, et M. Heim a, pendant plusieurs années, fait porter ses essais d'électroculture par effluvation sur diverses espèces de plantes cultivées. Malgré certains résultats positifs et intéressants, il a conclu que l'influence favorable de l'effluvation s'affirme, mais dans une limite restreinte et variant suivant l'espèce et même parfois la variété de la plante cultivée, et que l'augmentation du rendement des parcelles électrifiées n'est pas suffisamment accentuée pour permettre d'assurer qu'au point de vue économique, l'emploi de l'électricité serait rénumérateur.

Qu'il s'agisse du travail du sol, de méthodes culturales, de procédés de récolte, de transformation ou de conservation de produits agricoles, de lutte contre les ennemis des cultures ou de modifications profondes dans l'organisation économique et sociale de la production agricole, on ne saurait nier que de véritables révolutions ont été accomplies. L'agriculteur emploie actuellement des machines très variées et des produits chimiques innombrables : il connaît la valeur de la sélection et de certaines méthodes culturales perfectionnées. L'emploi de l'électricité en agriculture se généralise même en ce moment avec une rapidité surprenante et le *Congrès national de l'électrification rurale*, qui s'est tenu à Lyon en octobre 1924, a pu constater ce mouvement; mais, si l'électroculture n'a pas fait un pas dans le domaine pratique, c'est qu'incontestablement, rien de positif ni d'effectivement pratique n'est sorti des travaux poursuivis, qui sont restés dans le domaine théorique, si intéressantes que soient certaines des conclusions de ces travaux. Jusqu'à ce moment, l'intérêt propre des agriculteurs, autant que l'intérêt général, leur commandent de ne pas s'écarter des méthodes, qui ont contribué à faire leur bien-être et même leur richesse, et en même temps, celle du pays tout entier.

L.

LES COLLECTIONS DU DUC D'ORLÉANS

Les collections que Monseigneur le duc d'Orléans a léguées au Muséum sont maintenant installées rue de Buffon et sont ouvertes au public. Il nous a paru intéressant de jeter un coup d'œil, sur la genèse de ces collections et sur leur composition.

Né à Londres, le duc Philippe d'Orléans, fils aîné du comte de Paris, passa son enfance au château d'Eu où ses parents étaient revenus après la chute de l'Empire et l'abrogation des lois d'exil. C'est là qu'il donna un libre cours à ses penchants pour la chasse et pour l'histoire naturelle. En 1886, une nouvelle loi d'exil fut votée et le prince alors âgé de 17 ans, dut suivre son père en Angleterre, et dès lors vécut exilé du pays qu'il aimait pendant 40 ans. C'est pendant les premières années de ce long exil que l'idée lui vint de laisser à la France, comme souvenir, les collections d'oiseaux et les trophées qu'il avait commencé à rassembler et quelques années avant la guerre, il pria son compagnon de chasse le Dr Récamier d'offrir en son nom à M. Ed. Perrier alors Directeur du Muséum, ses magnifiques trophées et sa collection d'animaux.

Très reconnaissant de cette offre généreuse M. Edmond Perrier fit connaître que nos galeries déjà encombrées ne pourraient permettre l'exposition

Fig. 1. – Ours pie du Thibet (*Panda géant*), animal très rare.

que d'une faible partie de la collection. Ce refus nécessité par le peu de place dont le Muséum disposait fut très heureux, car le prince renonçant momentanément à son offre fit construire au manoir d'Anjou des bâtiments pour loger ses collections. C'est alors qu'il eut l'idée de créer des panoramas où les animaux seraient présentés dans leur milieu avec toutes les apparences de la vie. Ainsi s'ébauchèrent et se perfectionnèrent ces magnifiques panoramas de la région arctique et de la région africaine. A chacun de ses voyages de nouveaux spécimens venaient accroître ses collections et quelques années avant sa mort il avait décidé d'agrandir son musée et de faire deux panoramas africains l'un pour le Soudan, l'autre pour l'Afrique australe. Les fermes du nou-

veau musée étaient déjà posées quand la mort le surprit. Le vœu qu'il avait émis de voir continuer son œuvre a été exaucé par l'installation au Muséum.

Les collections du Prince occupent quatre grandes salles, la première par laquelle on entre est un musée renfermant soit dans des vitrines, soit isolément des animaux provenant de ses premiers voyages. A cette salle succède le diorama arctique puis vient le diorama du Soudan et enfin, plus grand, le diorama du Kénia de l'Afrique centrale.

De son premier voyage aux Indes, le prince rapporta les matériaux de son musée qu'il fit préparer et monter. Grâce à l'habileté de M. Burlace, de la maison Roland Ward il obtint des groupes si séduisants et si naturels que le goût des reconstitutions s'éveilla chez lui et qu'il commença à constituer les belles collections qu'il perfectionnait sans cesse avec le désir de les offrir à la France.

Dans le musée qui constitue la salle d'entrée, on trouve dans des vitrines ou isolément les animaux provenant de sa première expédition aux Indes, de son voyage au Somaliland anglais puis de ses chasses en Andalousie, en Ecosse, dans les Carpathes, le Turkestan, etc.

Le groupe de l'éléphant attaqué par une tigresse est le souvenir d'une partie de chasse qui faillit coûter la vie au prince d'Orléans (fig. I).

La chasse au tigre se pratique, comme on le sait, au moyen d'éléphants femelles dont chacun porte sur le dos une sorte de cage à claire-voie où se tient le chasseur et que l'on nomme Aowdah. Une tigresse sautant par-dessus la tête de l'éléphant monté par le prince s'accrocha à son Aowdah, et brisa son fusil, mais cette cage peu solide s'écrasa sous le choc et la tigresse perdant son point d'appui retomba sur le sol. Cette circonstance sauva la vie au prince d'Orléans qui voulut conserver le souvenir de cette aventure en faisant reconstituer le groupe que l'on aperçoit au milieu du Musée.

Le beau groupe de la panthère des neiges attaquant un Argali vient du Pamir.

De son voyage au Somaliland le prince rapporta une très belle tête d'éléphant des Buffles, des Antilopes Oryx et les dépouilles des Lions qui ont servi à constituer une belle vitrine de lions combattants et d'un lion établi sur le corps d'un zèbre qui sont curieux de vérité et de mouvement (fig. IV).

Pendant son séjour en Andalousie, où le prince chassait en hiver, et en Ecosse, dans le Tyrol et les Carpathes où il chassait en été, il a rapporté la magnifique collection de têtes de cerfs, de cornes de chamois, de bois de chevreuils qui tapissent les murs du musée, ainsi que des bouquetins et une belle série de palmipèdes : outardes, flamants, qui forment une vitrine de l'Andalousie.

A gauche en entrant on aperçoit le carré de la « Belgica » qui a été reconstitué sur les dessins du prince et comprenant sa cabine, celle du Dr Récamier son fidèle compagnon et le carré des officiers. Vient ensuite une grande vitrine représentant les animaux de l'Amérique du Sud, oiseaux et mammifères parmi lesquels figure un très beau Tamanoir. Cette vitrine comme beaucoup d'autres est trop chargée parce que le duc d'Orléans pendant son séjour en Angleterre disposait dans l'habitation de son père d'une place très mesurée pour mettre ses collections.

Au fond du Musée, au-dessous et entre les panneaux de massacres, une grande vitrine renferme pêle-mêle des animaux d'Amérique où l'on voit un très beau tapir ; à droite une autre vitrine renferme les oiseaux d'Afrique : Jabiru, pélican, héron, etc. A la droite du Musée, et en revenant vers la porte d'entrée une première vitrine renferme le groupe si vivant des Lions combattants et du Zèbre capturé par un lion ; à côté se voit le Baleniceps très rare que le Prince a capturé au prix de gran-

Fig. 2. — Chevrotain porte-musc du Congo.

des difficultés, puis une vitrine renfermant un Okapi du Congo, un Gorille gigantesque à l'aspect débonnaire, puis l'Ovis poli, l'Antilope Saïga et un petit ours très rare l'Ours Pie du Thibet, Ailurope (fig. 1), perché sur un rocher couvert de neige. Enfin 3 vitrines renfermant surtout des oiseaux d'Afrique et des Indes.

Çà et là dans le Musée on aperçoit des groupes variés. En outre de l'Eléphant attaqué par la tigresse ; de la panthère des neiges attaquant un Argali, des Oiseaux d'Ecosse, des Vautours d'Espagne, des Outardes et des Echassiers d'Andalousie, des Hérons autrichiens. Un magnifique

Narval et devant lui le Berton, canot des glaces, si utile dans les expéditions arctiques ; un Cerf Wapiti, des Kanguroos sur un rocher et des spécimens très rares comme le Pelea du Basutoland, l'Antilope Bongo du Congo (fig. 3), etc.

Fig. 3. — Antilope des montagnes est-africaines (*Tagelophus Bustoni*).

En 1904 dans une excursion au Spitzberg il prit contact avec la mer arctique et subit l'emprise de ces rudes et mystérieuses régions avec une telle puissance qu'il se décida à les explorer. Il arma un navire baleinier « la Belgica » commandée par M. de Gerlache et exécuta une première exploration en 1905 qui fut très féconde en résultats. La « Belgica » put remonter les côtes du Groenland de 2° plus au nord que l'expédition allemande de la *Germania*, et découvrit ainsi des terres et des îles nouvelles que les Danois, en souvenir de cette expédition, désignent sous les noms de terres d'Orléans et îles françaises. C'est dans l'une de ces îles qu'il fit élever au plus haut sommet un cairn sur lequel il planta le drapeau tricolore. Le Dr Récamier son fidèle compagnon de chasse nous raconte la joie immense du Prince en voyant flotter les couleurs françaises sur cette île découverte par lui.

Tout en chassant pour réunir les animaux destinés à compléter sa collection, le duc d'Orléans faisait procéder à des études océanographiques — sondages, prises d'eau, récoltes de plancton — dont l'importance fut si grande que Nansen lui envoya une lettre de félicitations. Pour son essai dans les mers arctiques, le Prince avait fait un coup de maître.

Une seconde expédition en 1907 fut moins heureuse. Parti de la Nouvelle-Zemble pour gagner le détroit de Behring en un seul été, son voyage fut entravé par des tempêtes d'est, il resta bloqué dans les glaces de la mer de Kara et c'est au prix des plus grandes difficultés et de grands dangers qu'il put sauver son navire et ramener son équipage sain et sauf.

Malgré le souvenir de cette expédition dangereuse il repartit en 1909, sur les côtes du Groenland, puis gagna la Terre François-Joseph pour aller chasser les morses qui existaient encore à cette époque dans les canaux de l'Archipel.

Les mammifères et les oiseaux rapportés de ces expéditions sont groupés dans le diorama arctique qui fait suite au Musée. A droite en entrant on aperçoit les glaces et les banquises du Groenland et de la Terre de François-Joseph avec les ours blancs (fig. II). En continuant à droite la Norvège nous apparaît avec ses plaines et ses montagnes peuplées de Rennes, de Renards blancs, des lièvres de Laponie, du Lynx de Norvège, des Loups de Laponie avec des oiseaux variés : Guillemots, Macareux, Perdrix blanches, Canards de Laponie, Eiders, Plongeons, ainsi que le Harfang ou Hibou blanc des neiges, etc.

Nous revenons ensuite au Groenland avec les Phoques : Phoques barbus, Phoques vitullina puis à gauche les Phoques bleus, les Phoques capuchons. Le groupe des Morses et celui des Bœufs musqués terminent cette belle exhibition arctique.

Ayant terminé la collection d'animaux qu'il désirait pour constituer le musée arctique que nous venons de parcourir sommairement, le duc d'Orléans voulut organiser un panorama semblable pour les régions africaines.

Il entreprit alors trois expéditions de chasse de 1923 à 1926. La première eut lieu dans l'Afrique orientale au Kenia, aux lacs Victoria et Albert, dans l'Ouganda et le Soudan qui se termina par la descente du Nil. La seconde expédition s'accomplit en bateau dans les Marais du Sud et du Bahr el Ghazal où la faune est si spéciale ; la troisième enfin eut lieu dans les montagnes qui bordent la mer Rouge près de Souakim et dans le désert qui sépare le plateau de l'Abyssinie du cours du Nil. C'est avec les matériaux rapportés de

ces expéditions que le Prince fit organiser le panorama africain d'abord unique. Le transport des collections à Paris a permis de dédoubler ce panorama, suivant les volontés du prince en panorama du Soudan et panorama du Kenia.

Le duc d'Orléans était un chasseur infatigable souvent téméraire, tireur de première force il ne sacrifiait jamais les animaux sans nécessité ; naturaliste averti, il étudiait avec soin les attitudes et les mœurs des animaux et toutes les scènes qui se déroulaient sous ses yeux étaient dessinées par son peintre attitré M. Mérite, ou en son absence photographiés de manière à servir de documents pour les reconstitutions qu'il se proposait de réaliser. Il avait fait prendre aussi de nombreuses photographies de paysages africains ou arctiques qui ont servi à peindre les toiles de fond des divers panoramas.

Si nous reprenons notre promenade, nous quittons la zone des banquises et des glaces pour entrer dans la zone torride et nous pénétrons dans le Soudan aux immenses plaines parcourues par des cours d'eau aux rives marécageuses couvertes en certains endroits de grands papyrus. Nous trouvons à gauche d'abord les Hippopotames (fig. VI) du Bahr el Ghazal, des Crocodiles, des Rhinocéros blancs du Soudan Anglo-Égyptien ; puis les Bubales du Soudan ; des papyrus rapportés par le Prince avec les Antilopes des Marais (fig. V), chevrotains aquatiques (fig. 2), puis plus loin les oiseaux pêcheurs, les Marabouts, Pélicans, Grues couronnées, avec les Tortues géantes du Nil, la Gazelle rayée du Soudan.

A droite, la tente du Prince a été installée à côté des troncs de Palmiers provenant du dernier voyage. C'est dans cette tente que le duc, revenant au Manoir d'Anjou, aimait à venir se reposer et à rassembler les souvenirs de ses longues expéditions.

Près de la tente on aperçoit une lance terminée par une boule de plumes d'Autruche. C'est une lance maïssa portée par le guide de l'expédition. La boule de plumes d'Autruche qui la termine signifie que l'on n'était pas en guerre.

Nous pénétrons maintenant dans le Grand Panorama du Centre africain principalement du Kénia. A gauche les Antilopes Wallis des steppes attirent notre attention, après avoir dépassé la termitière qui occupe la porte d'entrée ; puis des arbres couverts d'oiseaux : Gorliers, Corneilles, etc., et plus loin un guépard, un phacochère se dressent au milieu des herbes, à côté d'un Vautour perché sur une termitière, se voient de fausses aigrettes, puis des Autruches de Rhodésie avec leur nid rempli d'œufs ; les Outardes qui voisinent avec un couple de Gnous accompagné de leur jeune. Des Antilopes variées complètent cette partie avec une famille de Zèbres où se trouve le Zèbre de Grévy du Sud du Kenia, de plus en plus rare.

Au fond du panorama, des Crocodiles, un Hippopotame avec son jeune, voisinent avec les beaux Elans du Cap (fig. VIII), le Loup peint et le Grand Koudou, puis à droite les deux belles Girafes représentant deux variétés différentes la Girafe réticulée du nord de l'Ouganda (fig. VII) et la Grande Girafe du lac Victoria. Une grande Outarde et un Lézard gigantesque complètent cette région.

En revenant vers le Soudan, nous apercevons des Oryx, Antilopes des Sables, l'Antilope Jackson, des Buffles noirs (fig. IX, X et XI) chargeant au voisinage d'une termitière ; un très beau groupe de Lions du pays Massaï (fig. III), des Antilopes, des groupes d'Oiseaux du Kénia. Le Rhinocéros noir du Kénia avec des ratels, la Biche rayée de l'Ouganda, des Léopards et des Hyènes. L'arbre des Colobes (fig. XII), singes à camail, des Singes verts se nourrissant de noix de coco, des Cercopithèques, des Cynocéphales.

Tel est l'ensemble des collections pour l'édification desquelles le duc d'Orléans a trouvé un artiste doublé d'un remarquable taxidermiste, M. Burlace de la maison Roland Ward. C'est lui qui a assumé la tâche difficile de transporter à Paris ces reproductions délicates si pleines de vie. Il a été aidé dans cette mission par M. Bergonié le naturaliste bien connu, attaché scientifique à l'expédition Citroën Centre-Afrique, 2e mission Haardt, Audoin Dubreuil.

Cette rapide description nous donne une idée suffisante de la collection léguée par le Prince d'Orléans, qui présente en un raccourci saisissant et précis, la faune de l'Afrique centrale et du Soudan en même temps que la faune arctique.

C'est un document d'une haute valeur scientifique et d'un grand intérêt éducatif qui représente le travail de quarante années d'exil. Travaillant pour la France à laquelle il avait destiné son œuvre le prince adoucissait ainsi la douleur d'un exil prolongé.

Le Muséum National d'Histoire Naturelle accepte ce don magnifique avec reconnaissance et le conservera pieusement en souvenir du bon Français qui l'a conçu et exécuté.

L. Mangin.

LES PROGRÈS DANS LA PHYSIQUE DES RAYONS X ET SES APPLICATIONS

I

On peut certainement dire que les rayons X ont été l'un des facteurs les plus importants du développement de la physique moderne depuis une trentaine d'années. Il suffit d'ouvrir actuellement un périodique de physique pure ou de technique industrielle pour s'apercevoir que le nombre considérable de travaux qui ont été entrepris sur les rayons X et sur leurs applications est loin d'avoir encore épuisé l'intérêt des rayons X, pris pour eux-mêmes ou pour moyen de recherches.

La physique moderne s'est donné pour tâche d'atteindre toujours plus avant la structure intime de l'atome et de ses composants, recherche passionnante qui nous a conduits non seulement à connaître cette structure même, mais à en découvrir les lois qui forment de nouvelles mécaniques dont la mécanique classique n'est qu'un « passage à la limite »; c'est grâce aux propriétés des radiations que la physique a pu aborder ces problèmes, et parmi elles, tout spécialement grâce aux rayons X dont la fécondité est due à leur petite longueur d'onde et à leur grande fréquence. C'est à dessein que nous notons à la fois ces deux qualités dont l'une implique l'autre : en effet, « petite longueur d'onde » nous rappelle ce qu'on pourrait appeler les « propriétés classiques » des rayons X qui sont des ondes de même nature que les ondes lumineuses et, comme tels, donnent des phénomènes d'interférence de même espèce. Mais leur longueur d'onde est de l'ordre des dimensions atomiques, par exemple mille fois plus petit environ qu'une radiation visible : c'est avec un moyen aussi délicat que nous pourrons explorer[1] l'arrangement des atomes dans un corps et même l'arrangement des électrons autour du noyau de l'atome : d'où la connaissance de la structure d'une foule de substances très diverses dont l'importance scientifique et technique se révèle de jour en jour plus grande, et un moyen de vérification direct des déductions obtenues par d'autres voies sur la structure de l'atome. « Grande fréquence » nous rappelle que suivant les conceptions de la théorie des quanta, les rayons X possèdent des propriétés « modernes », dues à ce que leur quantum est très élevé : il en résulte la connaissance des couches les plus profondes de l'atome, dans des régions où l'action du noyau se fait sentir dans toute son intégrité (d'où la loi de Moseley), et probablement même dans un avenir proche, la connaissance de celles du noyau, et la découverte des lois nouvelles de ces rayonnements à grand quantum, telles que celles des réactions entre des électrons et quanta (effet Compton), diffusion, expulsion d'électrons d'un atome, etc.

Nous avons voulu rappeler dans ce court aperçu tout le prix qu'il faut attacher aux rayons X, et par conséquent à l'étude de leurs propriétés et de leurs applications. Nous signalerons les acquisitions récentes que nous possédons actuellement dans ce domaine, acquisitions purement scientifiques d'une part (premier article) et plus techniques d'autre part (deuxième article).

PRODUCTION DES RAYONS X

1. *Domaine utilisé dans la technique.* — Le domaine de ce qu'on a appelé les rayons X et qui comprenait il y a quelques années les longueurs d'onde comprises entre 50 et 20.000 U-X environ (l'unité X est le millième d'Angström, c'est-à-dire 10^{-11} c/m.) s'est étendu des deux côtés; c'est donc surtout de cette extension que nous voulons parler ici.

Au point de vue pratique, les rayons nouvellement acquis n'ont cependant pas encore reçu d'applications, sauf en thérapeutique, et l'introduction dans les techniques industrielles des rayons X les plus anciennement connus a conduit à quelques modifications techniques des tubes : l'emploi des tubes à rayons X dans l'industrie exige des tubes robustes, maniables et aisément démontables. Les tubes à gaz modernes sont beaucoup plus pratiques que ceux d'autrefois qui étaient scellés et pourvus de dispositifs très compliqués pour redonner au tube le gaz que le fonctionnement enlevait (« durcissement » des tubes). Ces progrès sont dus spécialement à Shearer, Müller, Becker, etc.

1. On doit, cependant, poser à ce sujet, une question très délicate : ce moyen de recherche si subtil, de longueur d'onde de l'ordre des dimensions atomiques, ne pourrait-il pas modifier les propriétés de ce qu'on observe ? Il est certain que si, tout au moins dans certains cas; si l'on voulait observer le mouvement d'un électron avec un rayon X, ce qu'on étudierait ne serait plus du tout le mouvement de l'électron préexistant à l'application des rayons X, mais le mouvement modifié par ces derniers, effet appelé, effet Compton. Ces remarques dues à Heisenberg jouent un rôle fondamental dans les mécaniques nouvelles.

Dans les laboratoires, ces tubes peuvent rendre d'excellents services : il faut particulièrement signaler le tube Shearer qui est d'une élégante simplicité (construit par Hilger et Cie) et dont la grande originalité consiste dans le mode de nêtre de sortie des rayons X. La fig. 1 en donne la coupe et la fig. 2 montre la photographie du tube. La cathode Γ est simplement portée par une cloche de pyrex pourvue d'un rodage conique C et d'un rodage plan P. La pièce anticathodi-

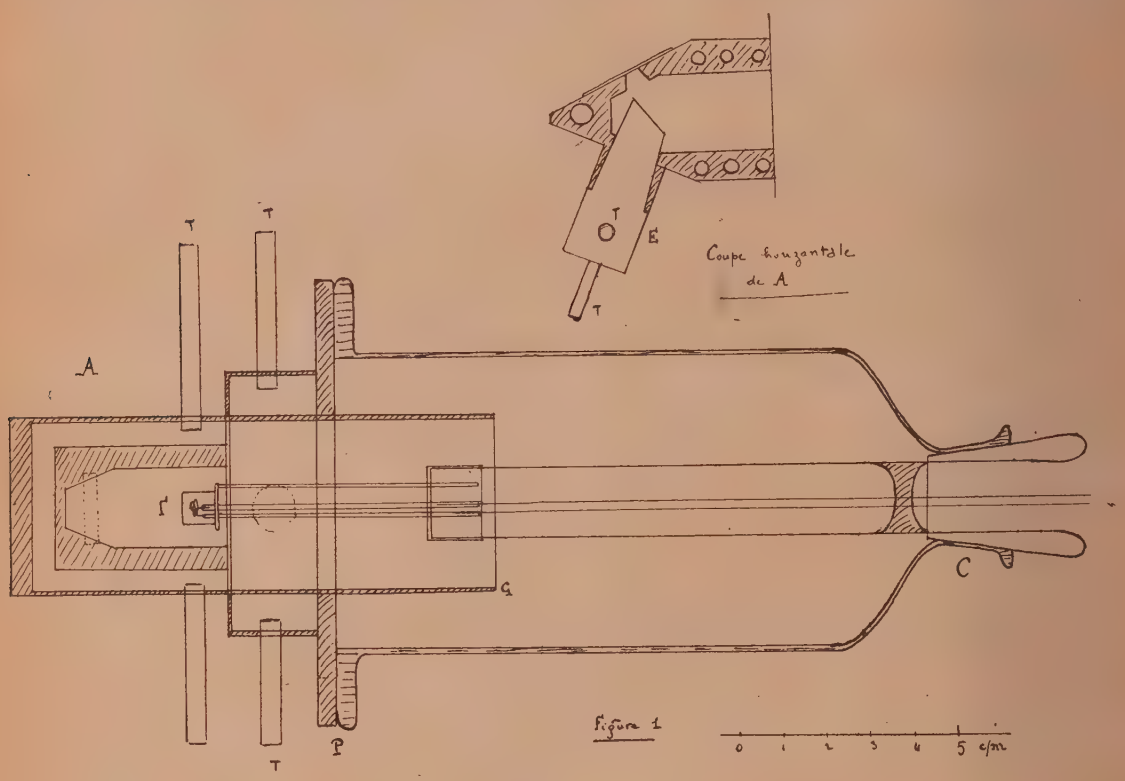

Fig 1.

réglage de la pression résiduelle du gaz : celle-ci est simplement réglée par une « fuite » sur le vide préliminaire de la pompe à condensation, fuite réglée par un caoutchouc serré par une pince. Ce tube, très économique, est le seul qui soit employé dans les beaux travaux des élèves de Sir William Bragg, au Davy Faraday Laboratory sur la structure des cristaux.

Mais, dans la technique, le réglage de la pression du gaz est une chose trop délicate et les tubes à gaz ne sont pas assez souples, le courant qui traverse le tube dépendant de la tension appliquée, on utilise donc presque uniquement les tubes Coolidge à cathode incandescente, dans lesquels le vide est aussi poussé que possible et où les réglages du courant et de la tension sont indépendants. On a cherché à faire des tubes aussi simples que possible et divers auteurs ont proposé de tels tubes. L'auteur de cet article a construit un tube de 500 watts environ, extrêmement simple et robuste et dont l'anticathode est à quelques millimètres seulement de la face est entièrement métallique : elle est mastiquée à la picéine le long du rodage plan P et elle est munie d'un anneau de garde G. L'anticathode E est mastiquée sur un rodage et on peut donc facilement la changer. Les rayons sortent par une fenêtre recouverte d'une feuille d'aluminium de 1 à 2/100 mm. (feuilles qui servent dans l'industrie des substances alimentaires) : la fenêtre est à cinq millimètres environ du foyer[1] : le tube donne donc des faisceaux très ouverts. Toute la pièce est refroidie par les tubulures T. Ce tube vidé en permanence par une pompe à condensation peut supporter des tensions alternatives redressées de 25 à 30.000 volts efficaces, ce qui permet l'emploi des radiations K du molybdène, du cuivre ou du fer qui sont les plus employées dans la recherche de structures.

Des tubes spécialement conçus pour les re-

1. En fonctionnement la fenêtre devient légèrement lumineuse, phénomène probablement dû à ce qu'elle est traversée par des électrons qui ont été diffusés sur l'anticathode.

cherches industrielles, sont maintenant courants; on peut signaler le tube métallique construit par la maison Beaudoin et les tubes Müller (Gaiffe, Gatot Pilon), tubes en verre, scellés, dans lesquels les pièces des électrodes sont alignées dans un manchon en verre dont le diamètre dépasse

Fig. 2.

très peu celui des électrodes; l'encombrement est ainsi très réduit et le foyer se trouve également très près de l'appareil d'utilisation. De plus le tube étant de révolution permet de faire en même temps plusieurs études photographiques, avec des appareils spécialement conçus pour le travail en série.

2. *Extension du côté des courtes longueurs d'onde.* — On sait que les rayons γ sont des rayons X de très courte longue d'onde, on connaît des rayons γ dans le domaine 52 U-X (thorium B) — 6 U-X et, Millikan a mis en évidence des rayons très pénétrants d'origine cosmique, capables de traverser 20 cm. de plomb avant absorption totale, ce qui correspond à des longueurs d'ondes de l'ordre de 1/2 U-X. Or nous n'avons actuellement que les substances radioactives qui puissent produire des rayons qui descendent jusqu'à 3 U-X environ et nous n'avons aucun moyen pour disposer de sources de rayons cosmiques. Le problème de la production de ces rayons est fondamental parce qu'il intéresse la structure du noyau des éléments dont nous ne connaissons encore pas grand'chose : ces rayons ne peuvent être émis par les couches électroniques distinctes du noyau parce qu'il n'y a plus de place pour eux, l'émission par ces couches s'arrêtant aux raies K dont la plus courte est la raie $K\beta_1$ de l'uranium à 104 U-X.

Nous verrons plus loin quelles sont les raisons qui portent à penser que les rayons γ sont issus du noyau même. Il est donc probable qu'on pourra atteindre la structure du noyau par les rayons γ, comme on a atteint celle des couches par les rayons X et des rayons optiques. Il faut donc savoir produire des rayons γ, pour avoir des sources plus générales et plus intenses de ces rayons, sans compter qu'on pourra rendre ainsi tous les éléments « radioactifs » et résoudre peut-être le vieux problème de la transmutation des éléments. Mais un rayon de 61,7 U-X représente un quantum de 200 kilovolts; pour produire la forte raie γ du spectre du radium C, il faut 610 kilovolts; les rayons γ les plus courts exigent des potentiels de cinq millions de volts et les rayons cosmiques les plus pénétrants de 30 millions de volts environ.

Il y a donc pour produire de tels rayons deux problèmes à résoudre successivement : un problème d'électrotechnique pour obtenir avec suffisamment de puissance des tensions de cet ordre et les obtenir *constantes* : c'est un problème de technique de transformateurs et de capacités. Et le problème plus spécialement propre aux rayons X, qui est de construire un tube capable de « tenir » de telles différences de potentiel et de réaliser la protection de l'opérateur. Mr W.-D. Coolidge s'est attaché à ce problème et il a déjà obtenu des résultats très intéressants. Dans un article de la General Electric Review, d'avril 1928 il signale qu'il a à sa disposition des transformateurs qui pourront produire plusieurs millions de volts et il voit la possibilité d'aller « bien plus haut ». Ceci pour le problème d'électrotechnique. Pour ce qui est du tube, on rencontre un gros écueil : si on augmente beaucoup la tension appliquée aux électrodes d'un tube à rayons X, on s'aperçoit qu'il sort des électrons de la cathode et cela, d'une manière tout à fait désordonnée : chaque petite aspérité, chaque arête envoie un jet d'électrons qui va sur le verre du tube et le perce au bout d'un certain temps, ou produit des échauffements locaux qui se terminent par une décharge qui détériore le tube. On constate qu'on ne peut guère dépasser 250 à 300 kilovolts avec un tube à rayons X construit comme d'ordinaire. C'est le phénomène bien connu de Lilienfeld ou « des électrons froids » : un champ suffisamment intense, appliqué à un métal, peut en arracher des électrons. Coolidge a tourné la difficulté en construisant des tubes à plusieurs

étages : les électrons issus de la cathode passent, sans les toucher, à travers des électrodes tubulaires intermédiaires, entre lesquelles on répartit la tension totale. Entre la cathode et l'électrode voisine puis entre les électrodes consécutives, on met des différences de potentiel de 300 kilovolts. A la vérité, M. Coolidge a cherché plutôt jusqu'ici à faire des rayons β que des rayons γ : les électrons, une fois accélérés, traversent de minces feuilles de nickel portées par des grilles : il a ainsi obtenu des rayons β qui cheminent dans l'air sur des distances de l'ordre du décimètre. La photographie 3 représente un tube de cette es-

Fig. 3.

pèce, à 3 étages, c'est-à-dire, qui peut produire des rayons β de 900 kilovolts. Coolidge signale qu'avec un tube de cette espèce, pourvu d'un nombre d'étages assez grand pour supporter 3 millions de volts, dans lequel passera un courant de 12 milliampères (36 kilowatts !) on aura autant de rayons β qu'avec une tonne de radium. Le problème relatif aux rayons γ est le même puisqu'il suffit de remplacer la feuille et sa grille par une anticathode de l'élément à étudier. Quant à la technique de la protection de l'opérateur et de tous les voisins contre des sources de rayons γ aussi intenses (ces rayons peuvent traverser des décimètres de plomb, donc cheminer dans l'air durant des kilomètres), elle est très délicate, ainsi que celle de l'isolement : il est probable qu'il faudra complètement immerger dans le même bain d'huile les enroulements haute tension et le tube.

3. *Extension du côté des grandes longueurs d'onde.* — On ne peut songer à produire ces rayons par des tubes à gaz, sauf pour l'étude des radiations émises par ce gaz lui-même. Il faut donc prendre des tubes à émission électronique pure, du type Coolidge[1], et appliquer entre les deux électrodes des tensions dont les quanta soient suffisants pour produire les longues radiations cherchées. Ces tensions sont inférieures à 1.000 volts pour les longueurs d'onde supérieures à 12 A, 34 : il faut donc, si on veut produire dans le tube un courant d'électrons intense, ce qui est nécessaire car le rendement en rayons X doit être très faible à ces basses tensions[2], échapper à la loi « en $V^{\frac{3}{2}}$ ». Le filament s'environne d'électrons qui s'opposent à la sortie des autres et, pour pouvoir obtenir le courant de saturation qui correspond à la température du filament, il faut appliquer une tension qui est d'autant plus grande que la distance des électrodes l'est elle-même davantage. Avec des tensions aussi faibles, il faut donc rapprocher énormément les électrodes qui se trouvent à des distances de l'ordre du millimètre. On emploiera de plus de gros filaments et il est aisé d'avoir, dans ces conditions des courants de l'ordre de 100 milliampères sous 1.000 volts.

Si l'on adoptait la technique habituelle des rayons X, on serait tenté de placer l'élément à étudier sur l'anticathode du tube. Mais dans l'émission de rayons X par une électrode donnée, les rayons cathodiques producteurs s'enfoncent d'autant moins dans l'anticathode qu'ils sont plus lents et les rayons X produits par les couches situées immédiatement sous la surface de l'anticathode sont eux-mêmes absorbés, en gros, d'autant plus qu'ils ont des longueurs d'onde plus grandes. (Ce phénomène est cause de l'importante correction d'« absorption dans l'anticathode » lorsqu'on compare les intensités de deux raies X émises par une anticathode.) Il en résulte que, dans le cas qui nous occupe, ce n'est guère que la surface de l'anticathode qui émet. Or, le filament d'un tube ordinaire, généralement en tungstène, s'évapore et dispose sur l'anticathode un film de tungstène ; le tube ainsi monté ne donnerait donc que des rayons dus à ce film. Le phénomène est déjà sensible lorsqu'on cherche les radiations caractéristiques K de l'aluminium, par exemple dans les tubes que M. Dauvillier a introduits en thérapeutique : après un certain temps de fonctionnement, on a une forte diminution de l'intensité de la raie K de l'aluminium et, à la place, apparaissent intensément les raies M du tungstène. Dans le même ordre d'idées, M. Dauvillier et M. Holweck ont montré qu'une anticathode non encore recouverte de tungstène émet presque toujours

1. On trouvera un exposé détaillé des diverses tentatives faites sur ces tubes et des tubes d'autre genre dans la conférence-rapport de M. Holweck : « De la lumière aux Rayons X ».
2. Du moins pour le fond continu.

la raie Kα du carbone, émission due aux impuretés carbonées qui sont toujours à la surface de cette anticathode.

Il faut donc agir autrement. Thorœus a d'abord imaginé de placer entre la cathode et l'anticathode une mince feuille d'aluminium qui protège en même temps la plaque photographique contre la lumière issue du filament. Mais les rayons cathodiques qui ont traversé cette feuille déjà épaisse (5μ) sont probablement très hétérogènes et on ne sait pas au juste quel est le potentiel excitateur. Il vaut mieux utiliser le phénomène même de l'évaporation de la cathode chaude pour produire sur l'anticathode un film de la substance à étudier. Le fil qui produira les électrons sera donc fait de cette substance même et l'anticathode, ne servant plus que de support, peut être quelconque. M. Dauvillier, le premier, a utilisé systématiquement ce mode de production avec des filaments de graphite par exemple pour les raies Kα du carbone. Dans certains cas, lorsque l'élément est trop résistant ou difficile à mettre en filaments, on le place sur un filament beaucoup moins volatil que lui, et c'est lui qui donne le premier un film sur l'anticathode.

Cette méthode est très élégante : elle a cependant le défaut de ne pas être suffisamment générale. Il sera particulièrement intéressant d'étudier dans ce domaine des grandes longueurs d'onde la dépendance des raies émises de la combinaison chimique dans laquelle se trouve engagé l'atome émetteur ou de son état allotropique. Pour le carbone, en particulier, il y a toute une série d'études à faire sur l'émission de la raie Kα par les substances organiques. On ne peut évidemment pas songer au procédé par volatilisation et on sera peut-être ramené à celui de Thorœus, ou à d'autres.

On ne peut encore dire si les rayons de grande longueur d'onde trouveront une application pratique dans l'industrie. En médecine, nous avons déjà signalé les travaux de M. Dauvillier qui préconise l'emploi des rayons de 4-8A : l'effet de ces rayons semble être voisin de celui des rayons ultra-violets, mais leur quantum plus élevé leur donnerait une efficacité plus grande. On pourrait entrevoir leur utilité dans l'étude radiographique de feuilles très minces, mais rien de positif n'a encore été fait.

II. Méthodes de recherches et de mesures. Résultats

Nous verrons dans cette section comment on peut étudier les rayons des domaines nouvellement explorés et quelles sont les propriétés de ces rayons.

A. *Courtes longueurs d'onde.*

1. *Spectrographie des rayons X de courte longueur d'onde (rayons γ).* — L'étude des rayons X par la propriété qu'ils ont de donner des phénomènes de diffraction avec les cristaux est pratiquée depuis bien longtemps. Nous rappelons seulement le principe fondamental suivant : si dans un édifice cristallin, on envisage la direction de plans P pour laquelle la densité des particules diffractantes, considérée comme fonction de la distance à l'un de ces plans, a une périodicité d, des rayons de longueur d'onde λ qui arrivent sous l'angle θ seront réfléchis si

$$n\lambda = 2d\left(1 - 4\frac{d^2}{n^2}\frac{\delta}{\lambda^2}\right)\sin\theta \qquad (1)$$

expression dans laquelle n est un entier 1. 2. 3... qui caractérise l'ordre de la réflexion et $\delta = 1 - \mu$, μ étant l'indice du cristal pour la longueur d'onde λ. Cet indice est très voisin de 1 dans le domaine des rayons X ordinaires : $1 - \mu$ vaut $8\cdot10^{-6}$ pour la calcite et $\lambda = 1.473$ A, de sorte que, dans ce domaine, sauf pour des mesures très précises, cherchant le 1/10.000e, on peut écrire

$$n\lambda = 2d \sin\theta \text{ (loi de Bragg)} \qquad (2)$$

Pour un d et un ordre donnés, plus λ devient petit, plus θ le devient aussi : il faut travailler sous des incidences rasantes et les ordres successifs des réflexions sont très rapprochés; de plus, la pénétration des rayons dans la masse du cristal est très grande, et, avec un cristal épais, les raies seraient très larges : d'où erreur importante sur la mesure des angles, eux-mêmes petits. Sir Rutherford avait abandonné la méthode du cristal tournant pour l'étude des rayons γ et utilisé les plans réflecteurs perpendiculaires aux faces d'une lame très mince. La méthode du cristal tournant a cependant été reprise avec succès par Thibaud et Frilley. Les réglages sont délicats à cause de la faiblesse de θ; le faisceau γ doit être bien délimité et il faut prendre une distance cristal-plaque assez grande (65 à 160 cm.) avec un cristal de sel gemme très mince; son épaisseur est de 0,6 à 0,8 mm. L'erreur absolue dans les expériences de Frilley est de l'ordre de 1 U-X. Thibaud avait mesuré les rayons γ du mésothorium et du radiothorium, descendant ainsi jusqu'à 52 U-X. Frilley est descendu jusqu'à 16 U-X, dont le quantum est de 770 kilovolts. Mais la méthode du cristal tournant semble bien devoir être limitée à cette région (les angles de réflexion sur le sel gemme ne sont plus que d'une quinzaine de minutes) et la méthode de choix pour l'étude des rayons γ est celle des rayons corpusculaires. Si l'un de ces

quanta élevés, $h\nu$, tombe sur un atome d'un élément quelconque, dont l'énergie des couches K, L... est W_K W_L... il pourra expulser un électron qui sera animé d'énergies cinétiques E_K E_L, telles que :

$$\begin{cases} E_K = h\nu - w_K \\ E_l = h\nu - w_L \end{cases}$$

etc...

La substance ainsi irradiée par des rayons γ peut être la substance radioactive qui produit les rayons et c'est à cet effet photoélectrique que sont dus les rayons β ou une substance différente qui devient source de rayons β : c'est d'ailleurs cette dernière méthode qui est la plus sûre et la plus variée.

Pour étudier les rayons γ produits, la méthode classique est de faire leur spectre magnétique

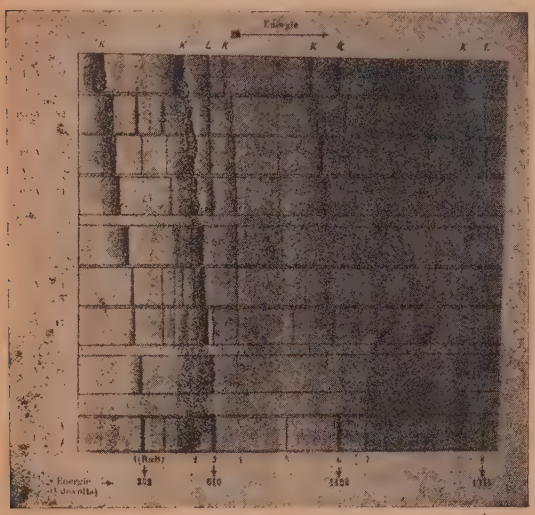

Fig. 4.

dans un appareil qui permet de recueillir en un même point d'une plaque photographique les rayons β de même vitesse qui ont quitté le radiateur.

La position de la tache obtenue permet de déterminer E : comme on connaît W_K W_L... par ailleurs, on aura $h\nu$ si on sait à quel niveau il faut attribuer la tache. Or, l'observation des spectres, la répartition des raies en groupes dont le $E_K - E_L$ est le même et les recoupements des observations faites avec des radiateurs différents permettent d'arriver à ce résultat.

La fig. 4 donne le schéma des spectres β photoélectriques dus aux rayons γ du radium, pour divers radiateurs, depuis le cuivre jusqu'à l'uranium. Elle est tirée du travail de Thibaud sur cette question. Il a pu étudier ainsi des rayons γ dont le quantum est de 2 millions de volts.

2. *Résultats.* — Les photographies des spectres corpusculaires, interprétées comme il vient d'être dit, et lorsqu'elles sont possibles, les photographies par diffraction cristalline, montrent qu'un élément radioactif émet des rayons γ caractéristiques, analogues aux rayons X monochromatiques. Mais là s'arrête l'analogie : la fig. 5 montre les diverses raies émises par les éléments RaB, RaC, $Msth_2$, ThB et ThC2 ; d'un spectre à l'autre, les spectres n'ont aucune analogie apparente, alors que les spectres de rayons X sont tous construits sur le même type; il n'y a aucune loi de Moseley possible et, dans un même spectre, on ne peut encore mettre en évidence aucune série spectrale. Cependant on a pu vérifier que le principe de combinaison s'applique dans certains cas aux raies γ émises par une substance radioactive et la présence de ces radiations monochromatiques suggère qu'il doit exis-

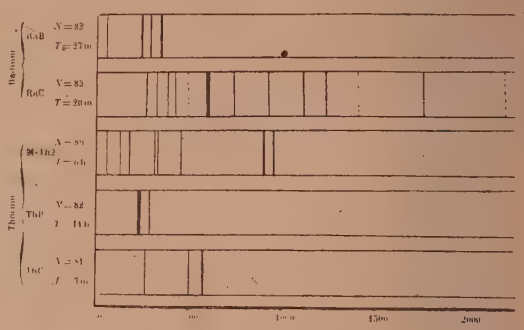

Fig. 5.

ter un processus d'émission analogue en partie au processus ordinaire : Rutherford a imaginé une théorie quantique du noyau qui peut rendre compte de l'émission des rayons α et de celle des rayons γ : il y a donc de fortes raisons de croire que les rayons γ sont issus du noyau : d'où l'intérêt de la construction de tubes à haut potentiel dont nous avons parlé plus haut.

On a discuté sur l'existence d'un spectre continu des rayons γ. Les photographies corpusculaires montrent une légère impression des plaques, limitée aux raies intenses et située du côté des faibles vitesses par rapport à ces raies : cette position et cet arrêt brusque de l'impression fait penser à une dégradation du quantum par effet Compton plutôt qu'à un fond continu. On peut donc dire que jusqu'à présent, ce spectre continu n'a pas été trouvé.

B. *Rayons de grande longueur d'onde.*

La difficulté d'ordre technique, due à l'absorption de ces rayons par l'air, a été complètement vaincue, par le fait qu'on sait maintenant construire des appareils métalliques à vide poussé,

Fig. I. — Sur l'éléphant, Aowdah dans laquelle se tenait le Prince quand une tigresse lui arracha son fusil des mains. Rapporté du Nepaul (Indes Anglaises)

Fig. II. — Ours blancs provenant de la banquise du Groënland et de la banquise de François-Joseph. (Dans l'Arctique, l'ours vit sur les champs de glace, à la recherche des phoques et va rarement à terre.)

Fig. III. — Groupe de lions tués dans les collines de la Ganga, steppe des Massaïs (Est Africain).
(Le décor représente exactement les rochers au milieu desquels la battue fut faite.)

Fig. IV. — Lions rapportés de la Côte des Somalis. *(Cette vitrine est l'une des plus anciennes du Musée.)*

Fig. V. — Antilope Tiang (*Damaliscus*) et rhinocéros blanc (animal devenu très rare), tué dans le Lado (Haut-Nil.)

Fig. VI. — Hippopotame tué près de Wadelaï (Haut-Nil).

Fig. VII. — Girafe réticulée tuée dans une forêt de mimosas, au nord du Mont Kenya.

Fig. VIII. — A gauche, élans du Cap ; à droite, grand koudou (Est Africain).

Fig. IX. — Orix et bubale du nord du Kenya, tués sur les bords du Guasso-Niuro.

Fig. X. — Orix béisa, pallah, gazelles de Thomson et antilopes topi, tous tués dans la steppe des Massaïs.

Fig. XI. — Buffles du Cap, tués dans l'est Africain. — Sur le second buffle, on voit un héron blanc (garde-bœufs). (Ces oiseaux se nourrissent des parasites qui infestent la peau des buffles ; leur présence continuelle près de ces animaux permet de découvrir les troupeaux au milieu des marais.)

Fig. XII. — Guérezas à camail et antilope (Kobus Defassa) tués dans une forêt au sud-est du lac Victoria-Nanza.

munis du nombre de rodages nécessaires pour pouvoir faire un spectrographe.

1. *Spectrographie cristalline.* — Si on envisage d'abord la formule de Bragg sous la forme simple simple

$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

on voit qu'un cristal ne pourra réfléchir une longueur d'onde supérieure à $2d$. Dans la pratique, on ne pourra d'ailleurs guère dépasser d parce que les appareils ne peuvent permettre d'aller jusqu'à des angles d'arrivée θ de 90° et parce que l'intensité de la réflexion par un cristal décroît très vite avec θ. Le sel, dont la distance réticulaire (100) est 5628 U-X ne permet pas de dépasser 6000 U-X. Il faut donc chercher des cristaux de très grande distance réticulaire qui doivent, de plus, avoir une absorption aussi faible que possible. Tant qu'on est resté au-dessous de 25 A, on a pris le sucre de canne qui forme de très beaux cristaux et dont la distance réticulaire est maintenant bien connue (21 A, 1519). Pour les longueurs d'onde plus grandes, on est obligé de préparer le réseau diffractant. Les travaux de M. de Broglie, Shearer, Müller et Trillat ont montré que les molécules d'acides gras s'orientent lorsqu'on forme de minces couches de ces acides sur des plaques de verre : les couches sont obtenues par évaporation de solutions alcooliques ou par solidification. Les acides élevés ou leurs sels de plomb donnent des stratifications dont la période est très grande : on peut atteindre une distance d de 87,5 A avec le sel de plomb de l'acide mélissique et l'acide palmitique, plus courant, à une distance d de 35,5 A-U. C'est avec cet acide et l'acide laurique que Thoræus a, le premier, étudié les spectres L des éléments 36 à 23 (brome au vanadium) dont les raies L ont des longueurs d'onde comprises entre 8 et 24 A-U. La fig. 6 montre quelques photographies des spectres L de ces éléments pris avec l'acide palmitique. Dauvillier, travaillant avec un spectrographe à préparation de sel de plomb de l'acide mélissique a pu obtenir les raies Kα de l'oxygène, du carbone et du bore, les longueurs d'onde qu'il a trouvées étant de 24,8, 45,5 et 73,5 A, ainsi que certaines raies L, M, N et O, parmi lesquelles une raie de 121 A appartenant au spectre O du thorium.

La méthode de cristal tournant s'est donc également révélée comme très féconde dans la région des grandes longueurs d'onde et c'est elle qui a réalisé la jonction entre l'ancien domaine des « rayons X » et l'ultra-violet de Millikan, que les expériences de cet auteur avaient poussé jusqu'à 136,6 A (raie qui, suivant Millikan, appartient à l'oxygène).

2. *Défauts de la méthode : Indices pour les rayons X.* — Il est cependant facile de comprendre que la méthode du cristal tournant ne peut plus guère être utilisée pour les longueurs d'onde supérieures à 20 A lorsqu'on veut des mesures de longueurs d'onde précises. Deux facteurs viennent en effet perturber les résultats donnés par cette méthode : d'une part, l'absorption du cristal ou de la préparation pour ces longueurs d'onde devient énorme : les rayons ne peuvent pénétrer loin dans le cristal. Si l'on joint à ce fait celui de la grandeur de la distance réticulaire des

Fig. 6.

cristaux employés, il en résulte que les phénomènes d'interférence ne sont plus dus qu'à quelques ondes, issues de quelques couches cristallines : les raies paraîtront donc larges et mal définies, comme le sont, dans le domaine optique, les anneaux d'un étalon Fabry insuffisamment argenté, ou, dans le domaine des rayons X, les anneaux donnés par les colloïdes. Le cristal tournant conduirait donc à admettre que les raies de ce domaine sont très larges (1 à 7 A) (Thoræus-Dauvillier), fait qui n'est pas confirmé par ailleurs.

D'autre part, la relation de Bragg, sous sa forme simple, ne peut plus servir dans le cas de longueurs d'onde aussi longues. En effet, si l'indice du cristal est légèrement inférieur à 1 dans le cas des rayons X, il n'en est plus de même ici. On sait d'après les théories classiques de la dispersion que l'indice d'un milieu peut se mettre sous la forme :

$$\mu = 1 + \frac{e^2}{2\pi m} \sum_1^N \frac{n_s}{\nu_s^2 - \nu^2} \qquad (2)$$

en appelant n_s le nombre d'électrons de « fréquence naturelle » ν_s par cm³ et N le nombre total de fréquences d'oscillations : cette formule

a été vérifiée dans le domaine des rayons X par diverses expériences dont les plus directes sont celles qui font appel à la réflexion totale des rayons X sur la substance à étudier : on trouve des indices inférieurs à 1 qui montrent de brusques discontinuités lorsque la radiation réfléchie passe par une arête K de l'élément étudié.

Dans le domaine qui nous occupe ici le terme correctif de la formule (1) $\frac{4d\ \delta}{n^2\lambda^2}$ ($\delta = 1 - \mu$) va prendre une importance beaucoup plus grande du fait que d est très grand et qu'avec les cristaux organiques employés, nous sommes précisément dans une région qui est voisine des bandes d'absorption K du carbone (43,7 A) et de l'oxygène (23,3 A) : la formule (2) n'est naturellement plus valable tout près de ces bandes d'absorption mais elle indique cependant qu'il existe des variations de δ dans cette région dont l'effet nous est totalement inconnu.

Au total, le terme correctif en question doit être envisagé et si on négligeait ce terme, on serait conduit à des longueurs d'onde trop grandes puisque δ est positif. C'est bien ce qui a lieu en effet : le tableau suivant donne les longueurs d'onde des raies de certains éléments, trouvées par une méthode plus correcte dont il sera question plus loin, et, à côté de ces raies se trouvent les valeurs de Dauvillier et de Thoræus, obtenues avec le savon au plomb à l'acide mélissique :

	Longueur d'onde	Longueur d'onde donnée par le cristal tournant	
L_α Fer	17,7	17.58	Thoraeus
L_γ Fer	19,6	19,65	Thoraeus
L_ϵ Fer	20,1	20.12	Thoraeus
K_α Oxygène	23,8	24,8	
K_α Carbone	44,9	45.5	
K_α Bore	68	73.5	
O P 2-3 Thorium	64,5	71	
	68,1		

A partir de 20 A, il est clair que les longueurs d'onde données par le cristal tournant sont trop grandes et cette méthode doit être abandonnée pour la recherche des longueurs d'onde des raies. Son utilité se manifestera au contraire dans la recherche de l'indice n. On a en effet :

$$\frac{4\delta}{\lambda^2} d^2 = 1 - \frac{\lambda}{\lambda_{\text{Bragg}}}.$$

Pour la raie K du Bore par exemple (68 A) Thibaud calcule :

$$\delta = 2{,}44\ 10^{-6}$$
$$\delta = 1{,}13\ 10^{-2}$$

valeur qui est en bon accord avec celle qu'on peut attendre de la formule classique.

3. *Méthode du réseau tangent.* — Compton et Doan, puis Thibaud ont montré que l'on pouvait obtenir des spectres de rayons X avec des réseaux sur verre utilisés sous incidence rasante. Le fait d'employer le réseau sous cette incidence rend très petite la différence de marche entre les ondes diffractées et permet par conséquent d'observer des phénomènes d'interférence avec des longueurs d'onde aussi courtes que celle des rayons X. Compton et Doan n'avaient pas obtenu de résultats très satisfaisants : Thibaud, en remarquant qu'il y a avantage à se placer sous des incidences assez faibles pour qu'il y ait réflexion totale est arrivé à faire de très beaux spectres des radiations K du cuivre ($K\alpha_1$, 1 A 537) avec un réseau sur verre à 200 traits par millimètre (espacement des traits : 50.000 A). Ce résultat a été d'une importance capitale car il a définitivement établi le bien-fondé des hypothèses que Bragg avait faites pour calculer la distance réticulaire du sel gemme : la longueur d'onde de la raie $K\alpha$ du cuivre, mesurée par diffraction cristalline et celle qui est mesurée par la méthode du réseau tangentiel coïncident aux erreurs près dues à cette dernière méthode.

Dans l'ancien domaine des rayons X, la méthode du cristal tournant reste actuellement la meilleure par suite de sa dispersion plus grande et de sa plus haute précision. Il n'en est plus de même dans le cas des rayons X de grande longueur d'onde et dans l'ultra-violet extrême où celle du réseau tangentiel devient la méthode de choix. Thibaud l'a d'abord appliquée à l'ultra-violet et a publié des photographies de spectres d'étincelles de Millikan entre 140 et 3.800 A obtenus avec un réseau à 200 traits par mm. Ces photographies sont à vrai dire peu satisfaisantes, mais Barton Hoag, employant un réseau concave sans incidence tangentielle, a pu obtenir de très beaux spectres du carbone, de l'oxygène et de l'azote entre 200 et 1.650 A.

Thibaud a construit un spectrographe à vide à réseau tangent qui a été utilisé dans le domaine intermédiaire 15—70 A. Les résultats obtenus avec un réseau à 1.180 traits au millimètre sont remarquables et nous renvoyons au mémoire original pour les belles photographies des spectres étudiés. Cette méthode s'applique naturellement aussi aux spectres d'absorption; la difficulté vient alors de ce que la substance absorbante doit être extrêmement diluée ou en lame extrêmement mince pour qu'elle n'absorbe pas en bloc tout le fond continu. En fait jusqu'ici, les spectres d'absorption ont été obtenus un peu par hasard puis-

qu'ils l'ont été pour C, O et N qui constituent les éléments des traces de gaz qui restent dans le spectrographe et le tube.

4. *Méthodes qui utilisent l'effet photoélectrique des radiations, leur absorption ou leur pouvoir ionisant.* — On peut encore utiliser les propriétés ionisantes de ces radiations pour pousser leur étude et M. Holweck a employé cette méthode avec grand succès. C'est par l'ionisation qu'ils produisent que les rayons du domaine intermédiaire (25-500 volts) ont été mis en évidence pour la première fois par cet auteur. On peut aussi penser à bombarder une anode par des électrons animés de la vitesse qui correspond aux potentiels du domaine, et étudier l'effet photoélectrique produit sur une anode auxiliaire : en fait cette méthode est très délicate et, comme dans le domaine optique d'ailleurs, elle donne des résultats très discutables et discordants [1]. L'effet photoélectrique des radiations émises par une anode gazeuse est plus utile, mais les meilleures mesures des grandeurs énergiques des niveaux ont été fournis par une méthode qui a été imaginée par Holweck. Admettons qu'une anticathode *lourde* (tungstène) bombardée dans certaines conditions par des électrons animés de la vitesse V (volts) n'émette qu'un spectre continu dont la répartition se fasse suivant les lois connues : il y aura dès lors un fort maximum du fond pour une radiation de fréquence V légèrement inférieure à la fréquence maxima ν_0, donnée par $h\nu_0 = eV$ et, si on filtre fortement le faisceau, le maximum de ce qui restera se rapprochera de ν_0 et sera aigu : on peut dès lors employer ces petits morceaux très étroits de spectres continus X, de fréquence très voisine de ν_0, pour faire des expériences d'absorption ou d'ionisation. Dans les premières, on étudiera l'absorption d'une feuille très mince de matière (aluminium, anhydride borique) en mesurant l'intensité restante par ionisation dans un gaz convenable : les variations brusques de cette intensité avec V, potentiel excitateur du tube, donneront les niveaux énergiques de l'atome de la substance absorbante. Dans les secondes l'absorption sera produite par la substance prise à l'état gazeux et on mesurera le courant de saturation dû à cette ionisation : si naturellement il n'y a pas absorption totale, les discontinuités du courant d'ionisation permettront d'atteindre également les valeurs des niveaux. Holweck a même construit un appareil qui enregistre la courbe ionisation-tension tube, de sorte qu'il ne puisse y avoir d'erreur d'interprétation.

5. *Résultats.* — Comme il a été déjà dit, on possède des spectres des radiations qui appartiennent à tout le domaine resté longtemps inexploré qui s'étend entre 15 et 140 A et on a pu déterminer les valeurs énergétiques des niveaux correspondants.

Spectres de Raies. — Les spectres trouvés confirment la classification périodique des éléments et la répartition des électrons en couches, telle qu'elle est maintenant admise (Stoner-Smith). Les spectres K s'arrêtent au bore (KαB=68A) et, pour les éléments de nombre atomique plus élevé de la deuxième ligne, C. N. O. F., il n'y a pas de raie Kβ : ce qui confirme l'attribution de cette raie au passage M → K puisque la couche M n'existe pas encore pour les éléments qui viennent d'être nommés. Il reste à voir si la raie Kα est double à partir de l'azote inclus; c'est en effet à partir de cet élément que se forme la couche LIII et les passages LII, LIII → K donnent les deux raies des spectres de rayons X $K\alpha_1$-$K\alpha_2$.

La graphique de Moseley se continue parfaitement jusqu'au Bore, les valeurs $\sqrt{\frac{\nu}{R}}$ pour les raies Kα se plaçant sur une droite.

Les spectres L sont moins bien étudiés : on connaît des raies de ce spectre jusqu'au vanadium (23. Thoræus) dont la raie $L\alpha_{12}$ a une longueur d'onde de 24-2, mais d'après la classification des éléments on devait avoir des raies L à partir du sodium (raies *n* et *l*); il est probable que ces raies sont excessivement faibles. Thoraeus a signalé un fait intéressant : pour les raies L des éléments Cu et Ni et probablement pour ceux des éléments inférieurs, la structure des raies dépend beaucoup de la combinaison chimique dans laquelle est engagé l'élément, ce qui ne doit pas nous surprendre car les raies sont émises par des couches qui, pour ces éléments légers, sont près des couches de valence, fortement modifiées par l'arrivée des électrons de l'élément combiné avec le premier.

On connaît des *raies M* jusqu'au molybdène (42), pour lequel le spectre M est très simplifié puisqu'il manque encore trois couches N qui ne seront complètes qu'après les terres rares. Des raies N ont été trouvées pour le baryum (56), le tantale (73) et quelques éléments supérieurs, mais la connaissance des valeurs des niveaux est encore trop imparfaite pour qu'on puisse attribuer ces raies à des couches bien déterminées; les spectres ont encore bien le caractère des spectres de rayons X (par exemple, les doublets N de 73, 74, 78, 79 trouvés par Thibaud sont des dou-

4. Cf. dans la conférence-rapport de M. Holweck, la description des méthodes et les critiques qu'on en peut faire à certains travaux exécutés avec elles, pages 90 et suivantes.

blets « réguliers » à $\Delta\lambda$ constant, ou doublets de rotation). Enfin on connaît un doublet O du thorium à 64,5-68,1 A.

Fonds continus, spectres d'absorption, limites d'absorption et valeurs des niveaux. — Les éléments légers, frappés par des électrons de 1000 volts environ, n'émettent que leurs raies caractéristiques, avec un rendement élevé, sans fond continu. La question de l'existence d'un fond continu dans l'émission d'une anticathode lourde frappée par des électrons de vitesse assez faible a été longuement discutée. Nous avons vu en effet dans la méthode d'étude par ionisation que M. Holweck suppose l'émission de son tube uniquement composée d'un fond continu, sans raies appréciables[1] et cela est vérifié par les nombreuses mesures d'absorption qu'il a faites par

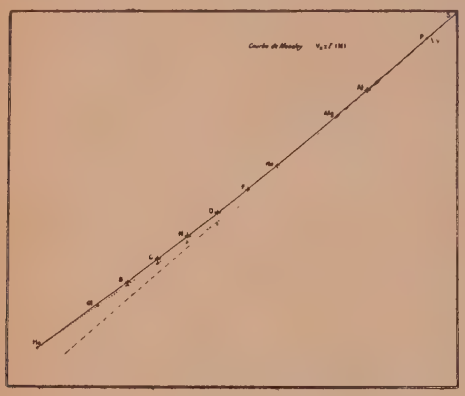

Fig. 7.

cette méthode, qui n'ont pas révélé d'accident pour les raies du tungstène et qui auraient été impossibles s'il y avait eu des raies intenses. D'autre part, dans les expériences de Dauvillier et les premières photographies de Thibaud et Slotan, on trouve des *raies* du tungstène (raies N,O) sans fond continu appréciable, pour des tensions de 1000 volts et des courants de 50 m. A environ. En augmentant beaucoup le courant électronique qui passe dans le tube, le portant à 100 m. A, Thibaud a photographié un fond continu émis par une anticathode lourde (tungstène probablement). Il est donc probable que le rapport de l'intensité du fond à celui des raies dépend énormément des conditions d'excitation du tube, lesquelles ne sont pas du tout les mêmes dans les expériences de Holweck et dans celles de Dauvillier (Holweck utilise précisément dans ses tubes des courants intenses). La question n'est donc pas définitivement tranchée.

M. Holweck a mesuré par sa méthode, les valeurs des limites K et L pour plusieurs substances : il a pu ainsi redonner des valeurs qui fer-

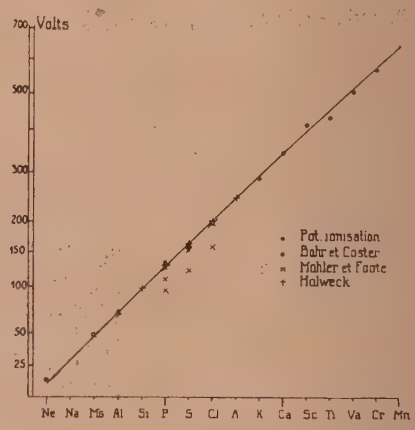

Fig. 8.

ment de très bons graphiques de Moseley comme l'indiquent les figures 7 et 8. La figure 8 est relative aux valeurs des niveaux en volts. La figure 7 donne le graphique de Moseley pour les niveaux K. Les ordonnées sont en $\sqrt{\nu}$.

D'autre part, les limites K étudiées ne sont en général pas simples : les courbes ionisation-tension tube présentent plusieurs ressauts et c'est celui d'entre eux qui appartient à l'élément libre et qui a le plus petit potentiel qui se place sur la courbe de Moseley : on a ainsi une structure fine de la bande d'absorption qui, comme pour l'ancien domaine des rayons X, se trouve du côté des hautes fréquences par rapport à l'arête principale, et cette structure dépend aussi de l'état chimique : elle n'est pas la même par exemple pour N^2 et N^2O. Il y a là un moyen d'analyse chimique de la molécule qui doit être fécond.

Nous nous sommes efforcé de donner dans cet article un exposé des nouvelles acquisitions faites dans le domaine des rayons X et des méthodes qui les ont permises. Dans un autre article, nous verrons comment la technique a su développer l'emploi des anciens rayons X pour l'étude de la structure intime des corps et faire des rayons X un instrument précieux de recherche industrielle.

Maurice Ponte.

1. Sauf si $V > 280$ volts à cause des raies K du carbone, mais Holweck les élimine par absorption dans un écran d'aluminium battu. Cf. Conf.-rapport, 120.

BIBLIOGRAPHIE

PRODUCTION DES RAYONS

Petites longueurs d'onde.

COOLIDGE : *General Electric Review*, Avril 1928 ; *Franklin Institute*, Décembre 1926.

Grandes longueurs d'onde.

HOLWECK : *De la lumière aux rayons X*, conférence-rapport.
DAUVILLIER : *C. R.*, CLXXXV, 1927, p. 1460.
HOLWECK : *C. R.*, CLXXXVI, 1927, p. 1203.
THORAENS : *Phil. Mag.*, 1926, I, 312.

SPECTROGRAPHIE

Petites longueurs d'onde.

THIBAUD : *C. R.*, CLLXX, 1925, p. 138.
FRILLEY : *C. R.*, CLXXXVI. 1928, pp. 137, 425.

Spectres corpusculaires.

THIBAUD : *Journal de Physique*, 1925, pp. 82, 334.
ELLIS : *Proc. Roy. Soc.*, A, XCI, 1921, 261 ; 1922, p. 1.
ELLIS et SLEINNER : *Proc. Roy. Soc.*, CCV, 1924, pp. 60, 165.
MEITNER : *Zeist. f. Phys.*, *1* (1922), 35 ; *9*, 131 ; *17* (1923) p. 54.

Grandes longueurs d'onde.

SIEGBAHN : *Spectroscopy of X Rays*.
SHEARER : *Phil. Mag.*, *4* (1927), 745.
DAUVILLIER : *Journal de Physique*, VIII, 1927, 1.
MILLIKAN : Ultra-violet, *Physical Review*, *12*, 1918 ; *Astrophysical Journal*, III, 1920, 1 ; *Physical Review*, 1924, 24 ; 23, 1924, 1-34.

Expériences de réflexion totale.

COMPTON : *X Rays and Electrons*, p. 215.
DOAN : *Phil. Mag.*, *4* (1927), p. 100.

Réseau tangentiel.

COMPTON et DOAN : *Proc. Nat. Acad. Sc.*, 11, 1925, 598.
THIBAUD : *Journal de Physique*, VIII, 1927, 14.
BARTON-HOAG : *Astrophysical Journal*, *66*, 1927, p. 225.
THIBAUD : *C. R.*, CLXXXV, 1927, 642.
THIBAUD et SLOTAN : *C. R.*, CLXXXV, 1927, 642 ; *Journal de Physique*, 1927, p. 484.

Ionisation.

HOLWECK : Conférence-rapport.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Frechet, *Directeur de l'Institut des Mathématiques à la Faculté des Sciences de Strasbourg*, et **Roullet** (H.), *Ingénieur*. — **Nomograph e.** — 1 *vol. de* 208 *pages avec* 80 *figures, de la Collection Armand Colin. Armand Colin, éditeur, Paris*, 1928. (*Prix, broché* : 9 *frs.*)

Une collection d'ouvrages comme la Collection Armand Colin ne pouvait se dispenser de consacrer un volume à la Nomographie, qui forme maintenant, grâce aux travaux de M. d'Ocagne, membre de l'Institut, un corps de doctrine définitivement fixée.

La représentation nomographique des fonctions que les nécessités journalières de diverses techniques soumettent à des calculs répétés, est devenue une chose courante qu'aucun ingénieur ne peut plus ignorer. Les archives nomographiques de l'Ecole des Ponts et Chaussées dont il a été question récemment dans cette revue (n° du 30-11) en témoigneraient hautement si c'était nécessaire.

Ce petit livre qui ne saurait se substituer aux ouvrages magistraux du créateur de la Nomographie, est bien fait pour étendre encore la connaissance et la pratique de cette discipline. Le volume s'adresse, en effet, à tous les techniciens quels qu'ils soient car il ne fait appel qu'aux notions mathématiques les plus simples, et l'exposé qu'il constitue, court mais complet et illustré de nombreux exemples, comme aussi accompagné d'un grand nombre d'exercices, ne présentera pour nul d'entre eux, aucune difficulté susceptible de les arrêter.

Ecrit surtout pour les ingénieurs, les auteurs ont pensé avec raison qu'il servira également à répandre l'usage de la Nomographie dans les laboratoires. A cet égard, la lecture des pages 111 à 124 sera particulièrement démonstrative.

Nous ferons aux auteurs le reproche d'avoir désigné sous le nom d'abaques indistinctement les abaques cartésiens et les nomogrammes à points alignés. Comme l'a signalé M. d'Ocagne dans ses ouvrages le mot « abaque » s'applique étymologiquement aux premiers, le mot nomogramme aux seconds et, pour notre part, nous regrettons la confusion qui résultera d'une appellation commune concernant deux types de graphiques de nature différente.

La partie originale de ce volume a consisté à se passer de la transformation dualistique pour concevoir les nomogrammes à points alignés, transformation sur laquelle s'est appuyé M. d'Ocagne. Mais l'avantage de la méthode à laquelle se sont arrêtés les auteurs est de permettre d'exposer la question sous une forme élémentaire et de la rendre accessible à un public plus étendu. C'est sa justification dans un ouvrage comme celui-ci, très certainement appelé à un vif succès par ses qualités de clarté, de précision et de concision comme aussi par son opportunité.

L. POTIN.

***

Fladt (Kuno) — **Elementargeometrie**, (1 *Heft : der Stoff bis zur untersekunda*). — *Quellenhefte zur Elementarmathematik*. — *Teubner*.

L'histoire des sciences ne trouve pas de place dans les programmes de l'enseignement secondaire. Il y a cependant avantage, pour rendre l'enseignement plus vivant et pour développer la curiosité des élèves, à introduire quelques considérations historiques dans l'enseignement scientifique et particulièrement dans celui des mathématiques. C'est le but que se propose M. K. Fladt dans sa collection des *Quellenhefte zur Elementarmathematik*. Chacun de ces cahiers correspond à un ouvrage d'enseignement qu'il complète, et s'adresse à l'élève (disons plutôt au bon élève) comme au professeur. L'auteur nous avertit dans la préface qu'on ne trouvera pas dans ses ouvrages un exposé méthodique de l'état des connaissances acquises, à telle ou telle époque, sur une question déterminée, mais seulement des renseignements aussi précis que possible sur l'apparition et l'évolution des notions et des problèmes qui constituent *actuellement* la matière des programmes. Tout ce qui est périmé dans le passé scientifique est donc systématiquement laissé de côté.

Le premier cahier correspond à la géométrie élémentaire, conformément à nos programmes de seconde et première. Il commence par une bonne introduction historique qui apporte des indications générales sur les grands géomètres de l'antiquité, en insistant particulièrement sur Euclide, Archimède et Héron dont les noms reviendront constamment par la suite. Parmi les différents chapitres, certains retiennent particulièrement l'attention : à propos de l'égalité des angles à la base d'un triangle isocèle, l'auteur cite d'abord la démonstration d'Euclide pour montrer ensuite comment elle a été simplifiée par Proclus. Dans le chapitre sur les parallèles, on trouve les formes revêtues successivement par le postulat d'Euclide chez Euclide lui-même et chez ses successeurs. Mais signalons surtout les chapitres très bien documentés sur la mesure des surfaces et la mesure de la circonférence.

Le cahier se termine par un index où les noms propres cités dans le cours de l'ouvrage sont accompagnés de courtes notices biographiques; il contient en outre quelques reproductions de bas-reliefs ou de mosaïques antiques qui contribuent à rendre excellente la présentation matérielle.

D.

2° Sciences physiques.

Bosler (Jean). — **Astrophysique.** Tome III du Cours d'astronomie de la Faculté des Sciences de Paris. — *1 vol. gr. in-8° de 723 pages*, édité chez *Hermann*, 6, *rue de la Sorbonne, Paris*. (*Prix : 140 francs.*)

Le Cours d'Astronomie de la Faculté des Sciences de Paris, publié par M. Andoyer il y a quelques années, se compose de deux volumes bien connus de tous ceux qui s'intéressent à cette science. Ce Cours vient de s'enrichir d'un troisième volume, dû à la plume de M. Bosler, Directeur de l'Observatoire de Marseille, et consacré à l'Astronomie physique.

On ne peut que féliciter M. Bosler d'avoir abordé et mené à bien une œuvre aussi considérable : particulièrement qualifié pour l'entreprendre par ses études et ses travaux antérieurs, il nous apporte un livre qui comble une lacune importante de notre littérature scientifique. L'astrophysique, stimulée par les progrès récents de la physique théorique et expérimentale, a pris depuis quelques années un essor remarquable. Cette science passionnante est cultivée à l'étranger par de nombreux adeptes; elle y possède ses observatoires, ses journaux spéciaux, ses traités didactiques et ses encyclopédies. Bien qu'il y ait toujours eu chez nous des savants qualifiés pour s'y consacrer, on pouvait regretter qu'aucun d'eux n'eût encore exposé dans notre langue les résultats acquis, de manière à faire mieux connaître cette science et à lui recruter en même temps de nouveaux adhérents. C'est ce vœu que satisfait aujourd'hui M. Bosler et nous devons lui être reconnaissants du service rendu à notre pays.

L'ouvrage est divisé en quatre parties, consacrées respectivement aux instruments et méthodes d'observation, au soleil, aux planètes, enfin aux étoiles et nébuleuses. Chacune d'elles est composée de plusieurs chapitres, au cours desquels l'auteur examine successivement les principes, les travaux ou résultats classiques, enfin les progrès récents. L'exposé est donc fortement équilibré et, grâce à son caractère didactique, rendra grand service aux étudiants. Le papier et l'impression sont d'ailleurs de qualité satisfaisante, de nombreuses planches hors texte viennent illustrer les principales descriptions, et une table alphabétique des matières facilite les références.

Un livre de ce genre doit satisfaire en principe à deux conditions : il doit donner au lecteur une idée claire et complète des faits et des théories classiques; il doit le renseigner aussi sur l'état actuel de la science et lui apporter des mises au point qui soient parfaitement à jour. Cette double exigence nécessite chez l'auteur des connaissances très générales en même temps qu'une érudition très avertie. La tâche est donc fort lourde et l'on peut dire que M. Bosler s'en est acquitté, dans l'ensemble, d'une manière fort remarquable. S'il était inévitable que, sur certains points, son exposé restât en retard sur l'état actuel de la science, on peut dire que ces faiblesses sont rares, et que son exposé donne de l'astrophysique moderne une idée des plus complètes. Signalons, entre autres, les chapitres sur la photométrie astronomique, sur la mesure interférentielle des diamètres stellaires, sur le champ électromagnétique du soleil, sur les progrès récents de la physique stellaire. Le lecteur aura plaisir à trouver résumées les idées de Meghnad Saha, de Russell, d'Eddington, de Jeans, et à suivre l'apparition des idées cosmogoniques nouvelles, avec leur cortège d'hypothèses hardies mais suggestives.

On sait tout ce que l'astrophysique doit à la spectroscopie, et la lecture du livre de M. Bosler est particulièrement instructive à cet égard. Aussi l'auteur nous pardonnera-t-il un léger reproche que nous sommes obligés de lui faire, et qui est de s'être laissé dépasser un peu, sur certains points, par les progrès de cette science. C'est ainsi qu'à la page 34 il considère comme démontré, sur la foi d'un travail récent dont les conclusions sont fort discutables, que les atomes peuvent émettre des spectres de bandes : cette affirmation, en contradiction complète avec l'ensemble de toute la spectroscopie actuelle, ne sera certainement acceptée par aucun spécialiste de cette science. A la page 262, la raie verte de l'aurore boréale est attribuée, d'après les travaux de Végard, à la phosphorescence cathodique de l'azote solide : il est cependant prouvé depuis deux ans, grâce aux travaux de Mac Lennan, qu'il s'agit d'une raie d'émission de l'oxygène. Enfin les raies si longtemps mystérieuses qu'émettent beaucoup de nébuleuses sont encore attribuées par M. Bosler en plusieurs endroits (pp. 499, 626, 631) à un élément inconnu nommé « nebulium », dont la masse atomique serait comprise entre 2 et 3. Les travaux de Bowen nous ont cependant appris depuis plus d'un an que ces raies ne sont autres que des raies de l'oxygène et de l'azote « interdites » par le principe de sélection : c'est même là une des conquêtes les plus remarquables des idées actuelles sur la structure atomique et l'émission des raies spectrales.

Ces quelques critiques de détail, d'ailleurs peu nombreuses, n'ont évidemment qu'une importance minime; elles portent uniquement sur des retards dans la mise au point de l'exposé, et montrent — chose trop évidente —, combien il est difficile de suivre à chaque instant dans toutes ses évolutions une science qui marche à pas aussi rapides que l'astrophysique. Elles ne diminuent en rien la valeur d'un ouvrage auquel nous souhaitons le succès qu'il mérite et qu'il ne saurait manquer de remporter.

Eugène Bloch.

***

Ergebnisse der exakten Naturwissenchaften. — *1 vol. in-8° de 437 pages, édité chez Julius Springer, Berlin*, 1928, (*Prix : broché*, 28,60 *marks*; *relié* 29,80).

Cet ouvrage continue, pour l'année 1928, la série des volumes publiés annuellement par la direction du journal « Die Naturwissenschaften » depuis 1922. Les lecteurs de la *Revue* savent déjà, par les comptes

rendus des volumes antérieurs, que cette publication est un assemblage d'exposés sur des sujets variés de sciences « exactes », et que ces exposés, destinés à la diffusion des progrès récents de ces sciences, sont confiés à des spécialistes compétents.

Les deux premiers articles sont consacrés à des questions d'astronomie : le premier, écrit en anglais, est dû au Professeur Jeffreys, de Cambridge, et traite de l'origine du système solaire; le second, dû à Becker et Grotrian, traite des nébuleuses galactiques et de l'origine des raies nébulaires. Il était logique de consacrer cette année des développements assez importants aux aspects récents de l'astrophysique et de la cosmogonie : l'exposé très clair du problème, aujourd'hui résolu, du nébulium est particulièrement le bienvenu.

Les autres articles ont pour auteurs Meyermann (Les variations de notre étalon de temps), Bartels (Les plus hautes couches de l'atmosphère), Jordan (L'hypothèse des quanta de lumière), Hettner (Nouvelles recherches sur les forces radiométriques), Frumkin (La courbe électrocapillaire), Schwab (Progrès théoriques et expérimentaux dans le domaine des réactions gazeuses hétérogènes), Schmidt (Le rayonnement thermique des corps solides), Thirring (Les idées fondamentales des nouvelles théories quantiques, première partie).

Ainsi qu'on le voit les sujets traités sont très variés, et beaucoup d'entre eux sont à l'ordre du jour : les articles sont, bien entendu, d'un intérêt inégal. Nous retiendrons particulièrement les deux exposés consacrés aux progrès récents de la théorie des quanta : ils se complètent très heureusement. Celui de Jordan, fort abstrait, nous conduit jusqu'aux idées philosophiques les plus subtiles suggérées par les nouvelles mécaniques quantiques. Celui de Thirring, beaucoup plus simple et plus populaire, nous mène par les voies classiques à la compréhension des idées nouvelles de la mécanique ondulatoire. Il ne représente d'ailleurs que la première partie d'un travail qui sera complété dans le volume de l'année prochaine.

Nous terminerons en louant comme il convient cette forme très rationnelle de vulgarisation scientifique, qui sait rester à un niveau assez élevé, tout en succédant assez rapidement à l'élaboration des travaux originaux pour nous donner une idée vraiment juste de l'état actuel de certaines questions. Il y a là un exemple à suivre.

Eugène Bloch.

3° Sciences naturelles.

Lemoine (P.), *Professeur au Muséum.* — **Volcans et Tremblements de Terre,** *de la* Bibliothèque des Merveilles. — *1 vol. de* 186 *p., avec* 33 *fig. et* 23 *pl. hors-texte. Hachette et Cie, éditeurs, Paris,* 1928 (*Prix, broché :* 12 *francs*).

S'il est des phénomènes qui nous impressionnent au plus haut degré, ce sont certainement les volcans et les tremblements de terre. Les inondations sont terribles, certes, mais enfin il est possible, à la rigueur, de les combattre par des travaux appropriés. La foudre, malgré son apparence effrayante, peut être détournée par l'emploi de paratonnerres; mais contre une éruption volcanique, contre un tremblement de terre, rien à faire.

Le cratère de l'Etna était considéré dans la Mythologie comme la porte du monde souterrain où Pluton forgeait les foudres de Jupiter. L'anéantissement de villes comme Pompéi, et comme Saint-Pierre de la Martinique, le réveil brusque de volcans comme le Vésuve et la Montagne Pelée, tout contribua, à toutes les époques, à attirer l'attention des hommes sur les « merveilles de la nature » que sont les volcans.

La science moderne y a attaché une importance d'un autre ordre, et elle y a vu des fenêtres ouvertes sur les régions profondes du globe.

A côté des volcans, les tremblements de terre ne présentent pas moins de mystère.

A un certain moment, pour des causes inconnues, le sol se met à remuer, parfois il s'agite d'un frémissement à peine sensible, parfois au contraire, il est violemment agité.

Les recherches récentes montrent que lors d'un tremblement de terre, le globe entier tressaille. Sur toutes ces questions nous n'avons encore, certes, que des clartés, la lumière entière n'est pas encore faite. Mais dans les temps modernes, l'étude des volcans et des tremblements de terre a pris un grand développement et deux sciences nouvelles, filles de la Géologie et de la Physique du Globe, ont pris naissance, ce sont la Vulcanologie et la Séismologie.

Elles méritent, ces sciences, que leurs résultats soient exposés dans cette bibliothèque. Il suffit, en effet, que le sol se mette à trembler, que les volcans s'insurgent, pour que notre pensée soit ramenée vers le mystère inquiétant des profondeurs du globe et des hypothèses cosmogoniques.

Mais pour cela il fallait une plume autorisée pour exposer aux lecteurs de la Bibliothèque des Merveilles, ces phénomènes à la fois si simples et si complexes, d'une façon claire et pourtant rigoureuse et scientifique.

Nul, plus que l'éminent géologue M. Lemoine, professeur au Muséum d'Histoire naturelle n'était mieux désigné pour cette tâche. On lira son volume, l'un des plus intéressants de la collection, comme on lit un roman. C'est bien, en effet, un roman, mais un roman passionnant à l'extrême puisque c'est en définitive le « Roman de la Terre ».

L. P.

4° Sciences médicales.

Monakow (C. V.) et **Mourgue** (Dr R.). — **Introduction biologique à l'étude de la Neurologie et de la Psychopathologie.** (Intégration et désintégration de la fonction). — *1 vol. gr. in-8° de* XI-416 *pages, avec index détaillé,* 33 *figures dans le texte et* 2 *planches*

en couleurs hors texte. (*Prix* : 80 *francs*). *Félix Alcan, Paris,* 1928.

L'idée d'une pathologie générale du système nerveux basée sur une conception biologique de son fonctionnement ne paraît pas avoir été sérieusement réalisée jusqu'à maintenant.

C'est cette lacune que tente de combler cet ouvrage dont la nécessité, disent les auteurs dans leur préface qui constitue à ce point de vue, un véritable manifeste, se fait sentir plus que jamais à l'heure actuelle, où les progrès incontestablement utiles de la technique masquent, cependant, souvent dans l'esprit des chercheurs, la position exacte des problèmes à résoudre. Se basant essentiellement sur les données de l'embryologie humaine, de l'anatomie (dégénérations secondaires en particulier), de la physiologie, de la clinique, de l'anatomie pathologique et des malformations du système nerveux, les auteurs étudient, dans une première partie, l'intégration de la fonction, dont la conception de l'*instinct chez l'homme*, avec ses divers niveaux d'intégration, forme le point central.

A la base de cet exposé se trouve établie, *sur des données biologiques*, la nécessité de la création d'un certain nombre de néologismes, destinés à remplacer les expressions issues de la psychologie de la vie quotidienne, dont l'impuissance à rendre compte des phénomènes de la pathologie est démontrée. Au cours de l'étude de chaque instinct, deux points sont particulièrement mis en évidence : chaque niveau d'intégration coïncide avec un *moment du temps* différent et un changement de signe de la *valeur biologique* considérée. Au point de vue de l'équilibre des forces propulsives en présence, constituées par la hiérarchie des instincts, est dégagée la notion d'un processus d'*auto-régulation*, destiné à jouer un rôle prépondérant en pathologie, c'est la *syneidesis* ou *conscience biologique*, qui est à l'œuvre à tous les niveaux d'intégration. Le processus d'intégration est ensuite étudié dans le domaine de la motricité, de la gnosie, de la praxie, du symbolisme et du langage, et de la causalité. Ces cinq dernières catégories de phénomènes constituent la *sphère de l'orientation et de la causalité*, spécifiquement différente de la *sphère de l'instinct* étudiée précédemment. Partout sont mis en lumière le primat de l'instinct et la lente intégration à partir de ce que les auteurs appellent les éléments ou *briques de la fonction*.

Dans la deuxième partie, le but poursuivi est la mise en lumière des processus généraux de la *désintégration*, tels que les réalise la maladie, susceptibles de servir de guides aux jeunes neurologistes, psychiatres, psychologues ou criminologistes désireux de travailler *sur des bases biologiques*. Deux lois résument l'allure générale de ces processus : 1° la *loi de la désintégration en briques*, qui montre que la désintégration n'est pas l'inverse pur et simple de l'intégration, mais une combinaison d'*anachronismes*; 2° la *loi d'économie de l'énergie nerveuse et de compensation*, immédiate, puis lointaine, qui n'est autre que l'action de la *syneidesis*. Ces deux lois ressortent de l'étude des deux grandes catégories de phénomènes morbides que le système nerveux est susceptible de présenter : les *troubles morphologiques* (lésions en foyers) et les troubles sécrétoires (en relation avec un fléchissement de la barrière ecto-mésodermique, c'est-à-dire plexus choroïdes, barrière épendymaire, rideau glial). A cette occasion sont passés en revue : la désintégration des mouvements, les problèmes de l'apraxie, de l'agnosie, surtout celui de l'aphasie (avec examen critique des idées de Head), celui de la sensibilité cérébrale d'une part, le problème des psychonévroses d'autre part.

Un chapitre spécial est consacré à la désintégration au cours des psychoses, un autre au développement intégral de la fonction de la barrière ecto-mésodermique dans ses rapports avec les troubles dits psychiques et psychonévrosiques.

Cet ouvrage d'une importance si grande accompagne la belle documentation de MM. Monakow et Mourgue d'une illustration abondante empruntée aux collections de l'Institut d'anatomie cérébrale de l'Université de Zurich.

5° Art de l'Ingénieur.

De Nerville, *Professeur à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.* **Hardy** (A.). *Ingénieur des Télégraphes.* — **Protection contre les effets nuisibles de l'électricité.** — *1 vol. in-8° de 860 pages, des* Grandes Encyclopédies industrielles J.-B. Baillière. *Baillière, éditeur, Paris,* 1928. (*Prix, broché :* 125 *francs*).

La puissance même de l'énergie électrique et ses propriétés, qui la rendent si précieuse, deviennent parfois une source de dangers. Une fausse manœuvre, un défaut de construction ou de montage, un fait fortuit, déchaîne la force brutale qui paraissait domptée; l'électricité reparaît alors, sauvage comme dans le cas de la foudre, par des destructions, des incendies, des accidents mortels : ce sont les grands méfaits de l'électricité.

Il en est d'autres, qui, sans affecter une forme violente, donnent lieu à de sérieux désagréments et de regrettables dégâts, parmi lesquels il faut placer ceux produits par les courants vagabonds, source de nombreux procès. D'autre part, enfin, les conducteurs de transport d'énergie peuvent provoquer dans les circuits télégraphiques et téléphoniques des perturbations pouvant rendre toute communication impossible; ces troubles ont pris depuis quelques années une importance considérable.

Les auteurs étudient dans cet ouvrage les diverses sortes de méfaits imputables à l'électricité, accidents, perturbations, troubles divers dus soit aux manifestations de la foudre, soit au fonctionnement défectueux d'installations électriques, à des fautes du personnel de service, ou à des imprudences du public, soit aussi à des phénomènes parasites accompagnant

normalement ou fortuitement la marche de certaines exploitations.

Ils groupent les faits étudiés en plusieurs catégories qui font l'objet des chapitres :

III. Effets de la foudre;

IV. Accidents dus à des installations électriques industrielles;

V. Perturbations et dégâts dus à des courants électriques dérivés à travers le sol;

VI. Perturbations causées aux lignes électriques de communication par les installations électriques industrielles.

Dans chaque chapitre, les auteurs ont examiné la nature et la genèse des accidents ou des troubles, et exposé les moyens ou dispositifs propres à les éviter ou à combattre leurs effets.

Certains chapitres se présentent en quelque sorte comme une série d'articles de dictionnaire. Mais cette forme même sera des plus utile aux lecteurs puisqu'elle leur permettra d'embrasser plus facilement l'ensemble du sujet particulier sans être obligés de se reporter à d'autres parties de l'ouvrage.

Un premier chapitre traite des effets physiologiques de l'électricité, et des diverses théories émises pour définir les causes de la mort par électrocution.

La conclusion qui se dégage de l'ouvrage, est que certaines mesures sont à imposer pour s'opposer aux accidents ou perturbations dus à l'électricité, et l'Etat a été amené à cet égard à prendre la défense du public. Les auteurs indiquent et discutent au cours des différents chapitres, les prescriptions de sécurité imposées par le Contrôle des installations électriques.

L'ouvrage est avant tout une œuvre de documentation et comme sur bien des points la documentation publiée a paru insuffisante aux auteurs, ils ont fréquemment eu recours à l'expérience d'ingénieurs-spécialistes.

Un dernier chapitre, le septième, est consacré aux lois, décrets et circulaires concernant la sécurité des installations électriques. Le volume se termine par un index alphabétique qui sera extrêmement commode. L'important travail, le plus considérable qui ait été écrit sur la matière, que nous présentons, trouvera sa place naturelle aussi bien dans la bibliothèque des sociétés d'électricité que dans celle des administrations publiques intéressées ou des ingénieurs experts.

L. Potin.

6° Géographie.

Vidal de la Blache (P.), *Membre de l'Institut*, et **Gallois** (L.), *Professeur à la Sorbonne*. — **Géographie universelle**. Tome IX. **Asie des Moussons**. Première partie : **Chine, Japon**, par M. Jules **Sion**. *Professeur à l'Université de Montpellier*. — *1 vol. in-8° gr. jésus* (20 × 29) *de 276 p., avec 43 cartes et cartons dans le texte, 102 photographies hors texte et 1 carte en couleurs hors texte* (*Prix : broché, 70 fr.; avec reliure de travail, 95 fr.; avec reliure de bibliothèque, 115 fr.*). *Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel, Paris*, 1928.

Le souci de régularité dont fait preuve la Librairie Armand Colin dans la publication des magnifiques volumes de sa *Géographie universelle* sera grandement apprécié de sa clientèle, à laquelle est offerte aujourd'hui la première partie du tome IX de ce précieux et admirable ouvrage.

Nous voici donc conduits dans cette mystérieuse Asie qui, plus que jamais, intrigue, inquiète et déconcerte notre mentalité d'Européens.

Ce tome IX, — le huitième étant réservé à l'*Asie occidentale*, par M. Raoul Blanchard, professeur à l'Université de Grenoble, et à la *Haute Asie*, par M. Fernand Grenard, ministre plénipotentiaire, — comprend deux volumes, consacrés à l'*Asie des Moussons*, c'est-à-dire de la partie de l'Asie où les moussons, vents saisonniers, sont l'élément essentiel du climat, déterminent la végétation et les cultures, régissent la vie même des populations.

Réservant pour le second volume l'étude de l'*Inde*, de l'*Indochine* et de l'*Insulinde*, l'auteur, M. Jules Sion, professeur à l'Université de Montpellier, étudie, dans ce premier volume l'ensemble de l'Asie des Moussons, puis, spécialement, la *Chine* et le *Japon*.

L'œuvre de M. Jules Sion est vraiment originale et vivante.

Les provinces, si individualisées de la Chine, les pays si divers qui constituent le vieux Japon et ceux qu'il a conquis au cours de son expansion coloniale, sont décrits, évoqués sous nos yeux. Les problèmes si complexes que pose le « réveil de l'Asie », l'essor et les crises du Japon, les rivalités économiques sont traités avec une sobre précision. Sans entrer dans le détail de « l'imbroglio chinois », l'auteur dégage les facteurs principaux qui dominent et expliquent toute l'évolution de l'Extrême-Orient et son attitude vis-à-vis des nations blanches.

Après les études générales sur l'Asie des Moussons, qui nous présentent en trois chapitres le climat, puis la végétation et les cultures, enfin les genres de vie dans cette partie de l'Asie, M. Jules Sion consacre un important chapitre au relief de la Chine et du Japon.

Il étudie ensuite en cinq chapitres la Chine du nord, la région du Fleuve Bleu, la Chine du sud, la géographie économique de la Chine, le peuple et l'Etat chinois, et, en quatre autres chapitres, la nature japonaise, la vie traditionnelle et la vie moderne du Japon, l'empire colonial de cette puissance.

Ce remarquable ouvrage est illustré de 43 cartes et cartons dans le texte, et, hors texte, d'une carte en couleurs et de 102 photographies, admirables vues, dont la plupart sont publiées pour la première fois, et qui complètent par l'image la saisissante évocation des pays.

Quiconque s'intéresse à l'art et à la pensée de l'Asie et veut comprendre les problèmes politiques, économiques et sociaux de l'Extrême-Orient, doit lire le livre de M. Jules Sion.

A. D.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 Novembre 1928.

ELECTION. — M. **Auguste Lumière**, est élu correspondant pour la section de Médecine et Chirurgie en remplacement de M. Félix Lagrange, décédé.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **G. Cerf** : *Sur l'élimination des constantes et les solutions singulières d'une classe d'équations de Monge.* — M. **H. Roussilhe** : *Sur la résolution complète du problème de la carte dans l'espace.* La méthode proposée permet de déterminer par le calcul la position d'un avion au moment de la prise d'une photographie aérienne. En étudiant la précision des résultats, M. Roussilhe a montré que ce calcul est actuellement inutile, l'appareil de restitution qu'il a établi donnant automatiquement une solution tout aussi exacte du problème, — à 5 m. près environ. Mais, quand on disposera de plaques photographiques très fines et d'objectifs parfaitement corrigés, le calcul permettra d'obtenir la position de l'avion à 1 ou 2 mètres près seulement. Ces résultats recevront de nombreuses applications dans le lever des plans par la photographie terrestre ou aérienne, ainsi que dans le contrôle des performances aéronautiques.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **R. Audubert** et Mlle **M. Quintin** : *Sur l'étude des contacts imparfaits en courants continus.* — M. **Pierre Lacroute** : *Spectre d'étincelle de Soufre* S II, *dans la région de Schumann.* — M. **Paul Soleillet** : *Polarisation de la lumière émise par fluorescence.* — MM. **R. Dubrisay** et **Astier** : *Sur les suspensions de Kaolin.* — M. **A. Smits** : *Les modifications allotropiques du phosphore.* — MM. **A. Travers** et **Malaprade** : *Essais d'isolement de nouveaux fluoborates.* — MM. **Georges Brus** et **G. Peyresblanques.** — *Sur l'ozonide du nopinène.* — MM. **Jean Saidman** et **Roger Cahen** : *Sur les propriétés des rayons de 4-8 A.* Des essais ont été entrepris à l'aide d'un tube Dauvillier pour connaître l'action des rayons de 4 à 8 angströms. Ces essais montrent que les rayons de 6 à 8 angströms possèdent bien les propriétés biologiques d'un rayonnement nouveau se rapprochant des rayons ultra-violets, tandis que les rayons de 4 à 6 angströms provoquent un effet tardif comparable à celui des rayons X ordinaires.

Séance du 3 Décembre 1928.

ELECTIONS. — M. **Louis Mangin**, passant à la présidence de l'Académie des Sciences et de l'Institut de France pour l'année 1929, M. **Lecornu** est élu vice-président de l'Académie pour 1929.

M. **Camille Gutton** est élu correspondant pour la section de Physique; M. **Louis Léger** est élu correspondant pour la section d'Anatomie et Zoologie.

MM. **P. Appel** et **E.-L. Bouvier** sont réélus membres des commissions administratives de l'Académie et de l'Institut.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Long** : *Sur une propriété qui semble appartenir aux nombres premiers.* — M. **Herbert Ory** : *Sur l'équation* $x^n = a$ *où* a *est un tableau carré du deuxième ordre.* — M. **B. Hostinsky** : *Sur les probabilités relatives à la position d'une sphère à centre fixe.* — M. **C. Lurquin** : *Sur une limite de probabilité au sens de Bienaymé-Tchebycheff.* — M. **Vladimir Bernstein** : *Quelques théorèmes sur la croissance des fonctions holomorphes et sur les séries de Dirichlet.* — M. **Paul Lévy** : *Sur le calcul symbolique de Dirac.* — M. **F.-H. Van den Dungen** : *Sur le calcul approché des nombres fondamentaux.* — M. **A. Zygmund** : *Sur les fonctions conjuguées.* — M. **Alexandre Rajchman** : *Sur une classe des fonctions à variation bornée.* — M. **Henri Bénard** : *Sur les tourbillons alternés dus à des obstacles en lames de couteau.* — M. **J. Haag** : *Extension de la théorie de Saint-Venant aux fils élastiques de forme quelconque.* — M. **Vasilesco Carpen** : *L'équation de Vander Waals et les principes de la Thermodynamique; la relation de Maxwell-Clausius et la formule de Clapeyron déduites de cette équation.*

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **Edgar Pierre Tawill** : *Nouveau mode de développement d'électricité par torsion dans les cristaux de quartz.* Lorsque l'on soumet à une torsion un cylindre de quartz taillé parallèlement à l'axe optique du cristal, il y a développement d'électricité sur toute la surface du cylindre; cette électricité change de signe avec le sens de la torsion; ce signe est lié au sens du pouvoir rotatoire optique du cristal, de telle manière que l'on a toujours une charge positive si la torsion a lieu dans le sens de la rotation optique. Ce phénomène a quelque analogie avec la piézo-électricité découverte par Curie, propriété dont on fait en ce moment de si remarquables applications; mais il en est cependant distinct quant à sa cause et ses éléments de symétrie. — M. **Thadée Peczalski** : *La théorie cinétique de l'absorption.* — Mlle **Marie Kosinska** : *Effet Joule-Thomson et frottement intérieur des fluides.* — M. **V. Posejsal** : *Fluorescence du benzène et son absorption infrarouge.* — M. **H. Barjot** : *Une énergie naturelle utilisable.* — MM. **Albert** et **Marcel Gosselin** : *Constitution et Thermochimie.* — M. **Charles Prévost** : *Quelques nouveaux phénomènes de tautomérie dans la série allylique.* — M. **Albert Arnulf** : *Sur un procédé optique de localisation des surfaces polies, et son application à la mesure des rayons de courbure.* Au moyen d'un microscope convenablement agencé, on peut *repérer* la position d'une surface réfléchissante avec une extrême précision, pouvant atteindre quelques centièmes de micron. L'auteur utilise ce procédé pour la mesure des rayons de courbure dessurfaces sphériques. — M. **R. de Fleury** : *Sur les pistons d'aluminium.* Les pistons en alliages d'aluminium des voitures automobiles semblent user rapidement les cylindres. L'auteur fait remarquer que ce n'est nullement dû à cet alliage, mais à la vitesse plus grande qu'on a pu imposer aux moteurs grâce à la légèreté des pistons. La prise directe est en effet fréquemment dé-

multipliée de façon à permettre de reprendre après des ralentissements sans changements de vitesse. Il en résulte une vitesse excessive des pistons aux allures rapides. L'introduction récente d'une quatrième vitesse a l'avantage de ménager le moteur aux grandes vitesses sur route et de faire disparaître les inconvénients signalés.

Séance du 5 Novembre 1928 (fin).

3° Sciences naturelles. — M. **Henri Mémery** : *L'été 1928 et les variations solaires.* Il semble que l'on puisse trouver dans les variations des phénomènes solaires l'explication des hautes températures de l'été 1928; à cet effet, il suffit de remarquer : 1° que l'année 1928 est celle du maximum de la période solaire commencée en 1923; 2° qu'une recrudescence importantes de taches et des facules s'est manifestée depuis le mois de juin jusqu'au mois d'octobre 1928. Sauf de très rares exceptions on peut trouver dans les variations des phénomènes du Soleil la cause de presque toutes les variations anormales de la température. — M. **Léon Aufrère** : *L'orientation des dunes et la direction des vents.* — M. **C. Dauzère** : *Sur un orage observé au Pic du Midi et sur la formation de la grêle.* L'orage observé par l'auteur le 16 juillet 1928, à l'observatoire du Pic du Midi, a montré d'une manière frappante, l'influence du relief du sol et celle de l'électricité atmosphérique sur la formation de la grêle. — M. **H. Douvillé** : *Le pic de Rébenacq et ses roches éruptives.* — M. **J. Costantin** : *Une station fongique nouvellement créée dans la forêt de Fontainebleau.* L'auteur a réussi à créer dans les terres en friches où les Chardons rolands abondent, les stations artificielles de *Pleurotus Eryngii*, capables de se maintenir au moins quatre ans et de donner une récolte abondante si la saison est propice. Comme il s'agit d'une espèce comestible des plus fines, que beaucoup d'amateurs préfèrent au Champignon de couche, cela présente un intérêt indiscutable. — M. **J. Chaze** : *Sur la localisation et la disparition des alcaloïdes dans l'épiderme de la feuille de tabac.* L'auteur a étudié la nature chimique des produits exsudés par l'épiderme (inférieur et supérieur) et les poils des feuilles de tabac ; il a déduit de cette étude que si ces gouttelettes ne sont pas à coup sûr de la nicotine, elles procèdent sûrement de celle-ci. — M. **Marc Simonet** : *Le nombre des chromosomes chez les Iris des Jardins* (Iris germanica *Hort*). Le nombre des chromosomes chez les Iris des Jardins (*Iris germanica*) est de $n = 12$ chez *Iris pallida*, *Iris variegata*, et de $n = 24$ chez *Iris cypriana*. L'étude de l'histoire des *Iris germanica* montre que les races tétraploïdes sont toutes asiatiques et d'introduction récente ; elles sont à grandes fleurs et ont apporté ce nouveau caractère dans les Iris des Jardins, soit en s'hybridant entre elles, soit par croisement avec les anciennes variétés. L'étude cytologique des formes horticoles actuelles doit donc permettre de découvrir des hybrides tétraploïdes, triploïdes, et diploïdes, puisque ces plantes se multiplient asexuellement; et leurs semis de seconde, troisième génération, etc., doivent posséder des nombres de chromosomes plus ou moins différents. C'est bien, en effet ce qu'on peut observer. Donc l'étude des chromosomes peut permettre de déceler la nature et l'origine des plantes cultivées, elle peut en outre donner de bonnes indications pour les croisements à exécuter. — M. **Marc André** : *Recherches sur le développement post-larvaire du Rouget* (Leptus autumnalis *Schaw*). L'auteur a pu dans ces derniers mois, parvenir à élever des Rougets qui ont donné quatorze nymphes. Ces nymphes (longues de 900 à 1000 μ) se distinguent immédiatement de tous nos autres Thrombidons indigènes (qui sont rouges) par leur couleur blanchâtre, légèrement rosée, ainsi que par la forme en 8 de leur abdomen : en outre il n'y a pas d'yeux, ce qui permet de présumer qu'il s'agit d'animaux lucifuges menant une existence hypogée. Dans l'ensemble leurs caractères correspondent à ceux de la nymphe figurée par Hirst et permettent donc de les rattacher indiscutablement au genre *Thrombicula*. — M. **Serge Youriévitch** : *Une nouvelle méthode d'enregistrement des mouvements oculaires. Le Cinégraphe oculaire.* Pour servir couramment l'appareil doit laisser les yeux dans leur état normal et en enregistrer tous les mouvements. Le cinégraphe proposé par l'auteur, consiste en une cavité où le globe, les paupières et les cils se meuvent à leur aise et dont les rebords s'appliquent d'une manière étanche aux parties osseuses entourant l'œil. A cette cavité aboutit un tube relié au tambour de Marey. Les modifications du volume d'air résultant des mouvements du globe et des téguments suffisent pour produire des courbes à grands développements très sensibles caractérisant les directions et les clignements. Les particularités individuelles causées par la nature affective, intellectuelle et pathologique de différents sujets permettent d'espérer que cette méthode d'enregistrement sera courante chez les oculistes, les esthéticiens et les médecins qui pourront l'utiliser pour le diagnostic de certaines maladies. — MM. **Georges Bourguignon** et **Henri Laugier** : *Variations de la chronaxie dans la fatigue par contraction volontaire soutenue, chez l'Homme.* La fatigue produit une variation de la chronaxie portant exclusivement sur le point moteur musculaire, dont la chronaxie augmente, sans dépasser 2 à 3 fois la valeur normale : ce résultat est en accord avec ceux des expériences de L. et M. Lapicque sur la Grenouille. La chronaxie du nerf restant invariable, la fatigue engendre un hétérochronisme du nerf et du point moteur musculaire, la rhéobase varie à la fois sur le nerf et sur le point moteur musculaire. Sur le point moteur du muscle, il s'agit de la variation en sens inverse de la rhéobase et de la chronaxie qu'on observe si souvent dans les variations expérimentales et pathologiques. Sur le nerf, il s'agit d'une variation de la rhéobase liée à l'hétérochronisme du nerf et du point moteur musculaire que détermine la fatigue. — MM. **Charles Nicolle**, **Charles Anderson** et **Jacques Colas-Belcour** : *Etude expérimentale du spirochète sanguicole du Gondi.* Les auteurs ont retrouvé dans le sang de *Ctenodactylus gondi* (rongeur nord-africain) le spirochète découvert par l'un d'eux en 1907 chez les individus de la même espèce et également dans le sud tunisien. L'infection déterminée par ce spirochète est toujours des plus minimes; ils sont en nombre très restreint dans le sang du malade. Une première atteinte par *Sp. gondii* laisse à sa suite une immunité contre ce

spirochète, mais elle ne vaccine pas contre *Sp. normandi*, ni contre *Sp. hispanicum*, variété *marocanus*. *Sp. Gondii* est vraisemblablement transmis dans la nature par un Ornithodore. — MM. **Charles Nicolle, Charles Anderson** et **Jacques Colas-Belcour** : *Premiers essais d'adaptation du spirochète des Poules à divers Ornithodores.* Les auteurs ont tenté d'infecter divers Ornithodores par *Sp. gallinarum* et de leur faire transmettre ce spirochète. Ce dernier s'est conservé dix-huit jours chez des nymphes d'*Orn. marocanus*, alors qu'il était disparu dans le même temps des nymphes d'*Orn. moubata* et d'*Orn. normandi*. On ne peut conclure de ce résultat positif qu'*Orn. marocanus* puisse jouer un rôle dans la transmission du spirochète des poules, puisque le résultat a été obtenu avec un produit de broyage ; mais il y a là une indication qui peut être à suivre. Les auteurs ont échoué dans un essai symétrique d'adaptation du spirochète de la fièvre récurrente d'Espagne aux nymphes d'*Argas persicus* qui transmet *Sp. gallinarum*. — M. **H. Vincent** : *L'indice toxique des races du Bacillus coli. Nouvelles remarques sur les bases expérimentales de la sérothérapie anticolibacillaire.* Le groupe des Colibacilles est loin de répondre à un type uniforme et bien déterminé. Des nombreux critères de classification et d'identification qu'on a proposés : mobilité, sécrétion d'indol, action hémolytique, etc., aucun pris isolément n'a une valeur spécifique puisque chacun d'eux peut faire défaut. L'auteur a cherché à savoir si tous les microbes qualifiés de *B. Coli*, typiques ou atypiques, sécrètent ou non les toxines caractéristiques : exotoxine neurotrope et endotoxine entérotrope. Les expériences ont montré que le pouvoir toxique des colibacilles est indépendant de la race de ces microbes et de leurs autres particularités biologiques. Colibacilles vrais et paracolibacilles ont manifesté la propriété de fabriquer l'exotoxine et l'endotoxine.

Séance du 12 Novembre 1928 (fin).

3° Sciences naturelles. — M. **A. Lacroix** : *Sur la constitution des laves de l'île Mehetia (Archipel de la Société).* Toutes les roches recueillies dans l'île Mehetia ont un faciès basaltique, mais elles se divisent en deux groupes suivant qu'elles renferment ou non des feldspaths. 1° Les premières sont des *limburgites*, qui comprennent elles-mêmes deux types : l'un est très pauvre en olivine et doit par suite être considéré comme une *augitite* ; l'autre, très vitreux a la même composition minéralogique, mais il renferme en grande quantité des phénocristaux jaunes d'olivine automorphes. Enfin par sa richesse en minéraux colorés, cette limburgite passe à une *ankaratite basanitique*. 2° Les laves feldspathiques ont été recueillies soit dans le cratère, soit sur la côte. De trois types différents, ces laves présentent un déficit de silice et plus ou moins de néphéline virtuelle, elles correspondent à des types réalisés à Tahiti. Il n'est pas douteux qu'il ne faille rattacher magmatiquement Mehetia à Tahiti. — M. **J. Cuvillier** : *Les Nummulites dans l'Eocène des environs du Caire.* — M. **A. Bigot** : *Sur l'existence de Méduses dans le Bajocien du Bessin.* A la partie supérieure de la zone qui termine l'oolithe ferrugineuse bajocienne l'auteur a trouvé des organismes à la forme de disques, dont le diamètre atteint 12 cm. et dont la surface est couverte de rayons rectilignes. Ces organismes seraient des Méduses, les rayons du disque représentant les canaux radiaires. Il est probable que cette Méduse appartient au sous-ordre des Rhizostomidés, dans lequel on a placé un certain nombre de Méduses trouvées dans le Cambrien, le Carbonifère et le Jurassique supérieur. — M. **J. Toulet** : *Le cycle du calcaire océanique.* Le carbonate de chaux, sans cesse fabriqué dans les eaux superficielles par les Globigérines et autres coquilles, est sans cesse détruit et dissous dans les eaux volcaniques abyssales acides. La formation en couches épaisses des roches calcaires semble indiquer que jusqu'à présent la fabrication l'a emporté sur la destruction. Enfin, l'absence ou tout au moins la rareté relative du calcaire en certains points, coïncidant avec un enrichissement apparent en éléments siliceux, devient un important indice de l'existence d'une activité volcanique sous-marine sur le fond en ce point. — M. **J. Costantin** : *Apparition de l'Oreille de Chardon sur le Panicaut maritime* (Eryngium maritimum) *au laboratoire.* — M. **Pierre Dangeard** : *Sur l'iodovolatilisation et ses caractères chez les Algues septentrionales.* L'auteur a appelé *iodovolatilisation* le dégagement de vapeurs d'iode qui se produit à la surface de certaines algues, et particulièrement des Laminaires. Au cours d'une croisière récente dans les régions arctiques l'auteur a constaté que ce phénomène n'est pas limité aux climats tempérés. L'existence de l'iodovolatilisation à des latitudes aussi élevées (71° N.) et dans des eaux qui sont à une température voisine de zéro montre que ce phénomène n'est pas subordonné étroitement aux conditions de milieu et qu'il faut l'envisager comme une fonction nécessaire et sans doute très importante de la vie des Laminaires riches en iode. L'iodovolatilisation représente une phase remarquable des échanges d'iode qui ont lieu incessamment entre la plante et le milieu. — M. **Pierre Lesage** : *Croissance comparée de plantes cultivées à Rennes, à Rothamsted et issues de graines mûries à des latitudes très différentes.* Des études faites sur des cultures de *Lepidium sativum*, il ressort qu'une seule génération de vie dans le Midi, à Alger ou à Marseille, ne suffit pas pour déterminer la précocité dans le Nord, à Rennes ou à Rothamsted. De même une génération sous châssis ne suffit pas pour provoquer la précocité en plein air. Il faut un entraînement de plus L'auteur a extrait des feuilles de *Sphacele parviflora* d'une génération, — M. **H. Hasenfratz** : *Sur un principe immédiat extrait du* Sphacele parviflora *Linné.* (Labiacée de Colombie) une substance dont la formule : brute est $C^{15}H^{26}O^2$; cette substance et le lédol (ou camphre du Ledum), provenant du *Ledum palustre* Ericacée ont le même point de fusion, la même faculté de se sublimer, le même mode de composition et la même formule on peut donc conclure, selon toute vraisemblance, à leur identité. Il est curieux de constater que ces deux plantes si différentes par leurs caractères botaniques, leurs régions d'habitat et leurs conditions de végétation renferment cependant le même principe immédiat, le lédol, alcool dérivé d'un sesquiterpène, le lédène $C^{15}H^{24}$. — M. **Lucien Daniel** : *Influence de la greffe sur les corrélations repro-*

ductrices. Des greffes de Pomme de terre sur Tomate et de Topinambour sur le Soleil annuel ont fourni des épibiotes présentant de grandes variations. Au moment de la floraison, l'auteur a observé deux types extrêmes : le premier, plus vigoureux, portait une superbe floraison, mais ne possédait aucun tubercule aérien ; le second avait, au sommet de son axe principal, un capitule avorté et tous les autres s'étaient transformés en tubercules aériens, agglomérés au sommet de la tige principale ou au sommet des tiges latérales. De nombreux tubercules aériens de grosseur variable s'étaient formés à l'aisselle des feuilles. Entre ces deux types extrêmes il y avait de nombreux intermédiaires. Ces résultats prouvent la corrélation qui existe entre la reproduction sexuelle et la multiplication par tubercules aériens ; ils prouvent de plus la possibilité d'arriver, par la greffe, à faire prédominer l'un ou l'autre mode et même dans quelques cas de n'en laisser subsister qu'un seul. — M. **P. Lasareff** : *Action de l'alcool sur l'adaptation de l'œil au cours de la vision périphérique*. La sensibilité maximum E_0 de l'œil dépendant de la sensibilité des centres nerveux et de la constante α de la reconstitution du pourpre visuel peuvent être calculées si on observe la variation de la sensibilité E de l'œil au cours de l'adaptation. L'auteur a constaté que, après ingestion d'alcool, il est certains sujets (catégorie A), pour lesquels on observe un augmentation de α et une diminution de E_0 avec la dose D croissante de l'alcool, tandis que pour les autres (catégorie B) E_0 et α présentent un maximum pour une dose D définie d'alcool. Ceci explique les résultats contradictoires de Helmholtz, d'après lesquels l'activité intellectuelle devient moindre après l'alcool, et de Pflüger pour qui l'activité croit au contraire.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

CLASSE DES SCIENCES

Séance du 7 Juillet 1928.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **J. Pelseneer** : *Les tensions de radiation en relativité généralisée*. — M. **Alliaume** : *La recherche des courants stellaires*. La méthode de l'auteur est d'une extrême simplicité théorique. Elle ne fait aucune hypothèse sur la distribution des composantes des mouvements stellaires perpendiculaires à la direction générale du courant. Il semble bien qu'aucun courant ne peut lui échapper. Elle permet de définir un courant stellaire comme un ensemble d'étoiles ayant des vitesses parallèles, quelle que soit, en grandeur, la distribution des vitesses parmi ces étoiles, et elle se prête ensuite à l'étude de cette distribution au sein du courant. Les axes utilisés sont héliocentriques. L'étude des courants stellaires étant faite par rapport à ces axes, il est facile de transposer ses conclusions dans un système d'axes dynamiquement équivalent, et qu'il ne restera plus qu'à définir en ayant égard, par exemple, à la structure générale attribuée à l'Univers galactique

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **H. Dacos** : *Note sur la vitesse des particules* α. L'auteur traduit en courbes les résultats des essais précédemment décrits. Celles-ci montrent en particulier que, prise isolément, chacune des particules α d'un même groupe suit les mêmes lois de mouvement.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **P. Fourmarier** : *Les relations du massif de la Vesdre et du synclinorium de Dinant*. — M. **E. de Wildeman** : *Sur la ramification du palmier à huile* (Elæis guineensis *Jacq.*). L'auteur signale plusieurs cas de ramification du palmier à huile, due très vraisemblablement à la mort ou à une mala, die du bourgeon terminal qui retarde sa croissance sans pour cela l'empêcher toujours de reprendre cette dernière après la formation de bourgeons latéraux. Ce sont des causes identiques à celles qui agissent chez le cocotier.

Séance du 4 Août 1928.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **D. V. Jonesco** : *Sur un théorème de Lord Kelvin*. — M. **L. Godeaux** : *Sur les congruences de M. Goursat et les surfaces ayant mêmes quadriques de Lie*. — MM. **J. Jaumotte**, **E. Lahaye** et **J. H. Cox** : *Sur un appareil de mesure de l'inclinaison magnétique destiné à être utilisé par le navigateur aérien pour déterminer sa latitude*. L'appareil est constitué par une bobine mobile tournant dans un cadre formé par deux bobines jumelées. Le champ magnétique terrestre envoie dans la bobine mobile un flux Φ, et la f. é. m. d'induction produit un courant qui crée dans la bobine fixe un champ magnétique variable qui se superpose au champ terrestre. L'intensité maximum de ce champ est atteinte quand les spires de la bobine mobile sont parallèles au plan du méridien magnétique. Le courant étant rompu à cet instant, il en résulte une variation du flux Φ dans les spires fixes, et comme conséquence on obtient une f. é. m. relativement considérable, qui permet de remplacer le galvanomètre utilisé généralement par un téléphone. On cherche donc la position de l'axe pour laquelle aucun son n'est plus perceptible dans le téléphone et on rapporte cette position à la direction de repère donnée par un niveau sphérique assez sensible. L'appareil semble pouvoir donner la mesure de l'inclination magnétique à 10′ près, ce qui permettrait de fixer à 20 km. près, en moyenne, la position d'un avion en latitude.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **A. de Hemptinne** : *L'ionisation et la combinaison chimique des gaz*. L'auteur a étudié la combinaison d'un mélange d'H et d'O ionisé par le passage de l'effluve électrique. Il y a une influence certaine, mais complexe, de l'ionisation sur la combinaison chimique.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **P. Teilhard de Chardin** : *Note complémentaire sur la faune de Mammifères du Tertiaire inférieur d'Orsmael*. L. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 18 Octobre 1928.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **H. Mache** : *Sur la méthode du champ alternatif de Rutherford pour la détermination de la vitesse des ions gazeux*. Dans cette méthode, la détermination de la distance maxima par extrapolation des densités de courant obtenues pour des distances plus petites conduit à des valeurs trop fortes ou trop faibles : trop fortes, quand les ions entrent dans le condensateur de mesure avec un courant constant ; trop

faibles, quand il n'y a que des ions d'un seul signe et que ceux-ci sont amenés dans le condensateur sans l'emploi d'une tension auxiliaire. — MM. **W. J. Muller** et **K. Konopicki** : *Sur la théorie des phénomènes de passivité.* III. *La courbe densité de courant-temps dans les cas de passivité de recouvrement.* — M. **S. Meyer** : *Remarque sur les rapports entre les poids atomiques de l'uranium, du radium, du RaG et de l'hélium.* Tandis que le poids atomique du RaG correspond bien à celui de l'uranium (238,14 d'après les dernières mesures de Hönigschmid et Schilz), en tenant compte du départ des particules α et β et de la perte de masse correspondant aux départs d'énergie, le poids atomique du radium calculé de la même façon est de 0,1 plus élevé que celui trouvé expérimentalement par Hönigschmid (225,97). — MM. **A. Kailan** et **E. Leisek** : *La décomposition des persulfates en solution aqueuse.* Les auteurs donnent les coefficients de l'équation de réaction mono-moléculaire qui exprime la vitesse de décomposition des solutions aqueuses de persulfate de Na, avec ou sans addition d'hydrosulfate, de sulfate, de nitrate, d'hydrate ou de phosphate de Na. Le persulfate de K se décompose plus lentement que celui de Na. — M. **A. Skrabal** et Mlle **M. Ruckert** : *Sur la vitesse de saponification des éthers mono- et di-chloracétiques.* — M. **F. Hœlzl** : *L'alkylation de l'acide octocyanotungstique.* L'alkylation de cet acide conduit à des complexes isonitriliques du tungstène tétra- et pentavalent. Les isonitriles liés coordinativement additionnent, sous l'influence catalytique des ions H, une molécule d'eau ou d'alcool, en formant HO.C.NHR ou R'O.C.NHR. Ce processus peut être considéré comme le premier stade de la saponification carbylaminique. — MM. **R. Dworzak** et **A. Enenkel** : *La bromuration de l'aldéhyde valérique.* Les auteurs ont étudié la bromuration du mélange d'aldéhydes valériques isomères qui provient de la fermentation de l'alcool amylique. Ils ont obtenu le monobromacétal et le dibromacétal, et le premier leur a donné l'aldéhyde α-oxyvalérique. — MM. **R. Dworzak** et **W. Prodinger** : *Préparation de l'aldéhyde lactique cristallisé et son comportement vis-à-vis des solutions alcalines aqueuses diluées.* Les auteurs ont rendu pratique la préparation de l'aldéhyde lactique au moyen du diéthylacétal de l'aldéhyde β-bromopropionique. L'aldéhyde lactique a été soumis à la distillation dans le vide, ce qui a permis aux auteurs de faire d'intéressantes observations sur sa dépolymérisation et sa polymérisation. Les solutions alcalines d'aldéhyde lactique s'oxydent à l'air ; en l'absence d'air, l'aldéhyde donne un produit de condensation résultant de l'élimination d'une molécule d'eau aux dépens de 3 molécules d'aldéhyde. — MM. **A. Muller** et **P. Bleier** : *Réduction de la cyclohexanone-isoxime.* (α-*cétohexaméthylène-imine*). — MM. **R. Weiss** et **W. Knapp** : *Action du chlorure d'o-phtalyle sur l'éther méthylique du* p-*crésol et celui du* p-*thiocrésol.* — MM. **R. Weiss** et **S. R. Kratz** : *Action du bromure d'o-tolylmagnésium sur la dilactone de l'acide benzophénone-o-dicarbonique.* — MM. **F. Wessely** et **J. Mayer** : *Sur les carbonylbisamino-acides et leurs produits de transformation.* II. La forme à haut point de fusion de la carbonylbisphénylalanine représente la forme racémique. La saponification alcaline de ses éthers fournit deux formes racémiques, de l'acide 5-benzylhydantoïne-β-β-phénylpropionique ; les deux composants actifs de la forme à point de fusion supérieur sont les amino-acides à pouvoir rotatoire de même sens ; les deux composants actifs de la forme à point de fusion inférieur sont les amino-acides à pouvoir rotatoire de sens inverses. — M. **G. Koller** et Mlle **H. Ruppersberg** : *Sur un remarquable mode de formation de la 2-amino-pyridine.* On l'obtient très facilement en chauffant la 2-chloropyridine avec la pyridine pure, à la place du 2.2'-dipyridyle attendu. — MM. **O. Dischendorfer** et **O. Polak** : *Sur l'allobétuline.*

2° Sciences naturelles. — M. **C.-A. Bobies** : *Etudes géologiques sur le Tertiaire du golfe de Triesting et de Piesting.* — Mlle **M. Gleispach** : *Influence des vapeurs et des gaz sur la chute des feuilles et la séparation d'autres organes.* L'action des vapeurs et gaz nuisibles sur la séparation des feuilles, fleurs, parties de fleurs et fruits est très reconnaissable. Elle ne fait défaut que lorsque la possibilité de la chute d'un organe est empêchée par la structure de la plante, que chez les plantes très résistantes aux influences extérieures et chez celles qui sont très sensibles à l'humidité de l'air. Presque tous les agents employés provoquent une accélération des phénomènes de détachement. — M. **W. Frenzel** : *Nutrition et formation de la matière colorante chez le* Chlorosplenium aeruginosum *Oed.* L'agent de la pourriture verte du bois, le *Chlorosplenium aeruginosum*, peut être obtenu en cultures pures à partir des ascospores ou de fragments de bois infectés. Sa croissance est excessivement lente, que ce soit sur le bois, le riz, l'agar ou le gélatine avec diverses substances nutritives La limite du Pᴴ pour sa croissance est de 2,4 du côté acide, et à peine supérieure à la neutralité du côté alcalin ; les limites de température sont de 0° et 28° ; à partir de 26°, il ne se forme plus de matière colorante. L'auteur a fait cristalliser cette dernière microchimiquement, en la dissolvant d'abord dans le phénol, puis en la précipitant lentement par l'alcool. Elle est facilement réductible en produits rouges à jaunes, et réoxydable en un produit vert. — M. **H. Molisch** : *La coloration vitale des noyaux cellulaires.* Chez plusieurs tissus végétaux, l'auteur a obtenu une coloration vitale des noyaux et du plasma par l'érythrosine, l'éosine et le violet dahlia, favorisée par l'addition de nitrate de Mg, K, Na ou Ca, ou par celle d'alcool ou d'éther. Les cellules à noyau coloré vitalement présentent la plasmolyse et la déplasmolyse normale, ce qui montre que la perméabilité n'est pas modifiée et que le plasma n'est pas lésé. — M. **H. Priester** : *Sur les Thysanoptères australiens.* — M. **O. Koller** : *La répartition géographique des Poissons d'eau douce dans le Sud de l'Europe.* L'auteur a étudié la composition des faunes de poissons d'eau douce des trois péninsules balkanique, italique et ibérique, et il a établi l'existence de quelques étapes migratoires venant de l'Asie mineure, de l'Europe centrale et de l'Afrique du Nord vers ces régions sud-européennes.

Séance du 25 Octobre 1928.

Sciences mathématiques. — M. **Th. Schmid** : *Sur le*

problème des coïncidences de la Géométrie descriptive de l'espace à quatre dimensions.

Séance du 2 Novembre 1928.

Sciences physiques. — M. **E.-A.-W. Schmidt** : *Sur le temps de diminution de moitié du radium D.* Par la comparaison du rayonnement des substances radioactives formées successivement aux dépens d'une quantité donnée de radon, l'auteur a procédé à une nouvelle détermination de la période de diminution de moitié du radium D ; elle est d'environ 25 ans.

Séance du 8 Novembre 1928.

1° Sciences physiques. — MM. **L. Moser** et **K. Schutt** : *Détermination des métaux rares et séparation des autres métaux.* XII. *Séparation du lithium de K, Na et Mg.* Les auteurs recommandent les méthodes de séparation et de dosage du lithium qui reposent sur la solubilité de son chlorure dans certains liquides organiques ; mais, pour éviter des erreurs, il faut prendre bien soin que le solvant soit absolument anhydre, sinon une quantité plus ou moins grande de KCl et de NaCl entre en solution ; il faut aussi que LiCl, très hygroscopique, soit exempt d'humidité. D'autre part, à cause de la faible tension superficielle des solvants organiques et de leur facile adhésion aux parois de verre, il faut filtrer à la trompe. Pour la séparation du lithium et des métaux alcalins, les auteurs conseillent de préférence l'alcool isobutylique. En ce qui concerne la séparation de Mg et de Li, les auteurs montrent que la méthode de Berzélius à l'oxyde jaune de mercure n'est pas bonne, non plus que la précipitation de Mg par une solution alcoolique de carbonate d'ammonium. La seule méthode recommandable est celle de Berg, qui précipite Mg par l'*o*-oxyquinoline et dose Li dans le filtrat après dessiccation à l'état de Li^2SO^4.

2° Sciences naturelles. — M. **M. Heinricher** : *Anomalies florales dans la couronne impériale* (Fritillaria imperialis). L'auteur indique deux sortes d'anomalies florales : les unes conduisant à une race génétiquement stérile, les autres à une race sexuellement fertile. La question d'une race parthénocarpique reste en suspens.

Séance du 16 Novembre 1928.

1° Sciences mathématiques. — M. **K. Menger** : *Un théorème sur la longueur des arcs.* Chaque arc de longueur finie est la combinaison la plus courte de tous ses points. — M. **K. Menger** : *Le théorème général de séparation.*

2° Sciences naturelles. — M. **J. E. Hibsch** : *L'âge géologique des sables et grès des Mittelgebirge de Bohême considérés jusqu'à présent comme de l'Oligocène moyen.* Récemment on a trouvé dans ces sables et grès, en diverses localités, des pétrifications crayeuses en quantité considérable (plus de 60 espèces en plusieurs centaines d'individus), parmi lesquelles le *Cardium ottoi* Gein., l'*Inoceramus Kœneni* G. Mull. et le *Pectunculus Geinitzi* d'Orb., qui ne laissent plus aucun doute que les sables désignés par OS sur la carte ne sont pas des formations d'eau douce de l'Oligocène moyen, mais des dépôts crétacés marins appartenant à l'Emschien. Les plantes supposées tertiaires de la flore de Schüttenitz sont également crétacées.

Séance du 22 Novembre 1928.

1° Sciences physiques. — M. **K. Przibram** : *Modification de couleur produite par la pression (piézochromie) chez la fluorine.* Parmi les fluorines de Wölsendorfer se trouvent des morceaux fibreux cristallins présentant des bandes vertes et violettes. Si l'on pulvérise un morceau vert et si l'on soumet la poudre à une pression unilatérale d'environ 10.000 kg/cm², la pastille qui se forme présente une coloration violette, correspondant exactement à celle des bandes violettes du minéral original. Ainsi la coloration naturelle d'un minéral peut être transformée par la pression en une autre coloration se présentant également chez le minéral naturel ; on en conclut que la différence de coloration des bandes vertes et violettes est liée à un degré différent de distorsion du réseau. — MM. **W. J. Müler** et **O. Loewy** : *Relation entre le temps de passivation spécifique et la concentration et la nature de l'électrolyte pour le fer.* Le temps de passivation spécifique de l'acide sulfurique varie avec la concentration : de petites concentrations en acide montrent un petit temps de passivation spécifique, qui va jusqu'à un maximum pour une concentration 2 fois normale, et diminue ensuite pour des concentrations supérieures. — M. **R. Dworzak** et Mlle **Th. Latch** : *Sur les acétals cycliques.* I. Les auteurs ont préparé un certain nombre d'acétals entre divers 1. 2- et 1. 3- glycols et des aldéhydes aliphatiques. Il n'y a pas eu formation d'acétals cycliques.

2° Sciences naturelles. — M. **L. Kober** : *Brèches mésozoïques dans la couverture supérieure de schistes du groupe du Sonnblick et du Glockner.* — Mme **D. Poerner-Patzelt** et M. **Alf. Pischinger** : *Le comportement vis-à-vis des acides des fibres musculaires striées transversalement.* Les auteurs ont étudié les modifications produites par différentes concentrations en ions *H*. Les muscles entiers, ainsi que les fibrilles isolées de la musculature alaire des Insectes présentent un minimum de gonflement pour $pH = 5, 2$, avec relèvement des deux côtés de ce point. Les sarcosomes de la musculature cardiaque et de l'aile des Insectes se présentent régulièrement entre $p_H = 4, 2$ et $5, 0$ comme de petits granules, qui gonflent quand l'acidité diminue. La chromatine nucléaire floconne à partir de $p_H = 4$ quand la concentration de l'acide augmente ; au point isoélectrique (3, 3 à 3, 5), le phénomène est particulièrement net.

L. B.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 1-29.